

2024

SCIENTIFIC

Progress & Innovations



Vol. 27
Nº1



Scientific Progress & Innovations

УДК 001

До 2022 року журнал виходив під назвою «Вісник Полтавської державної аграрної академії». У 2023 році журнал перереєстровано та перейменовано на «Scientific Progress and Innovation»

Засновник, редакція, видавець:

Полтавський державний аграрний університет.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції:
Серія ДК № 7933 від 13.09.2023 року

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:
Серія КВ № 25459-15399 ПР від 09.03.2023 року

Рік заснування: 1998

Мова видання:

українська, англійська

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою радою Полтавського державного аграрного університету
(протокол № 6 від 27 лютого 2024 року)

Науковий журнал включено до категорії Б Переліку наукових фахових видань України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та доктора філософії з сільськогосподарських, ветеринарних та технічних наук (наказ Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. та № 866 від 02.07.2020 р.)

101 – Екологія; 162 – Біотехнології та біоінженерія;
201 – Агрономія; 202 – Захист і карантин рослин;
204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва; 211 – Ветеринарна медицина;
212 – Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза;
208 – Агроінженерія

Журнал представлено у міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах:

Index Copernicus International, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of open access scholarly resources (ROAD), Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського, Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, Scientific & Scholarly Research Database (Scilit), Dimensions, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Google Scholar, Fatcat, Wikidata, Crossref, Електронний репозитарій Полтавського державного аграрного університету

Адреса редакції:

36003, м. Полтава, вул. Г. Сковороди, 1/3,
Полтавський державний аграрний університет,
редакційно-видавничий відділ
e-mail: visnyk@pdau.edu.ua
http://www.pdau.edu.ua
https://doi.org/10.31210

UDC 001

Until 2022, the journal was published under the name "Bulletin of Poltava State Agrarian Academy". In 2023, the journal was re-registered and renamed "Scientific Progress and Innovation"

Founder, Editorial and Publisher:

Poltava State Agrarian University
Certificate of making a publishing house subject to the state register of publishers, manufacturers and distributors of publishing products:
Series DC No. 7933 of September 13, 2023

Certificate of state registration print mass media:
Series KV No. 25459-15399 PR of March 09, 2023

Year of foundation: 1998

Language edition:

Ukrainian, English

Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of Poltava State Agrarian University
(Minutes No. 6 of February 27, 2024)

The scientific journal is included in category B of the List of scientific professional publications of Ukraine, in which the results of thesis papers for Doctor of Sciences, Candidate of Sciences, and Ph.D degrees in agricultural, veterinary, and technical sciences (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 409 of March 17, 2020 and №886 July 02, 2020)

101 – Ecology; 162 – Biotechnology and Bioengineering;
201 – Agronomy; 202 – Plant Protection and Quarantine;
204 – Technology of Production and Processing of Livestock Products; 211 – Veterinary Medicine;
212 – Veterinary hygiene, sanitation and examination;
208 – Agricultural Engineering

The journal is presented international scientometric databases, repositories and scientific systems:

Index Copernicus International, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of open access scholarly resources (ROAD), Vernadsky National Library of Ukraine, National Scientific Agricultural Library, Scientific & Scholarly Research Database (Scilit), Dimensions, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Google Scholar, Fatcat, Wikidata, Crossref, Electronic repository of Poltava State Agrarian University

Editorial address:

36003, Poltava, Ukraine, 1/3, Skovorody str.,
Poltava State Agrarian University,
Editorial and Publishing Department
e-mail: visnyk@pdau.edu.ua
http://www.pdau.edu.ua
https://doi.org/10.31210

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновано 10 рудня 1998 р.
Періодичність випуску: 4рази на рік

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова Редакційної ради

В. І. АРАНЧІЙ, к. екон. наук (Україна)

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

М. С. САМОЙЛІК, д. екон. наук, (Україна)

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

П. В. ПИСАРЕНКО, д. с.-г. наук, (Україна)

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Редакційна колегія з галузі СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО:

А. ДОЛГАНЬЧУК-ШЬРУДКА, док. габ. (Польща)

А. В. КАЛІНІЧЕНКО, д. с.-г. наук, (Україна, Польща)

І. В. КОРОТКОВА, к. хім. наук (Україна)

В. Ю. КРИКУНОВА, к. хім. наук (Україна)

М. М. МАРЕНИЧ, д. с.-г. наук, (Україна)

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

В. М. ПИСАРЕНКО, д. с.-г. наук, (Україна)

А. А. ПОЛІЩУК, д. с.-г. наук, (Україна)

С. В. ПОСПЕЛОВ, д. с.-г. наук, (Україна)

М. РАЙФУР, док. габ. (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

А. О. ТАРАНЕНКО, к. с.-г. наук, (Україна)

А. М. ШОСТЯ, д. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА:

А. А. АНТИПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

О. Б. ГРЕБЕНЬ, к. біол. наук (Україна)

В. О. ЄВСТАФ'ЄВА, д. вет. н. (Україна)

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

О. В. КРУЧИНЕНКО, д. вет. наук (Україна)

Т. А. КУЗЬМІНА, к. біол. наук (Україна)

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

Т. П. ЛОКЕС-КРУПКА, к. вет. наук (Україна)

В. В. МЕЛЬНИЧУК, д. вет. наук (Україна)

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі ТЕХНІЧНІ НАУКИ:

О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)

І. А. ДУДНИКОВ, к. тех. наук (Україна)

С. Б. КОВАЛЬЧУК, д. тех. наук (Україна)

О. М. КОСТЕНКО, д. тех. наук (Україна)

В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)

В. О. СУКМАНОВ, д. тех. наук (Україна)

В. О. ШЕЙЧЕНКО, д. тех. наук (Україна)

Члени Ради почесних членів:

А. БРЗОЗОВСКА, д. екон. наук (Польща)

З. ДАЦКО-ПІКІЄВІЧ, док. габ. (Польща)

О. ПЕРЕХОЖУК, д. екон. наук (Німеччина)

В. М. САМОРОДОВ, заслужений винахідник України (Україна)

Назва, концепція, зміст і дизайн «*Scientific Progress & Innovations*» є інтелектуальною власністю Полтавського державного аграрного університету й охороняється Законом України «Про авторські та суміжні права». Матеріали друкуються мовою оригіналу. У разі передрукування посилання на «*Scientific Progress & Innovations*» є обов'язковим.

Редакція залишає за собою право на редагування текстів, яке не змінює позиції автора.

Автор несе відповідальність за фактичний виклад матеріалу.

SCIENTIFIC JOURNAL

Year of establishment: Since December 10, 1998.
Publication frequency: 4 times a year

EDITORIAL BOARD

Chief of Editorial Council

V. I. ARANCHIY, Cand. Econ. Sci. (Ukraine)

Editor-in-chief

O. O. GORB, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

Deputy Head of Editorial Council

M. S. SAMOILIK, Dr. Econ. Sci. (Ukraine)

T. O. CHAIKA, Cand. Econ. Sci. Professor (Ukraine)

Deputy Chief Editor

P. V. PYSARENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of AGRICULTURE:

A. DOLHANCZUK-SRODKA, Dr. hab. (Poland)

A. V. KALINICHENKO, Dr. Econ. Sci. (Ukraine, Poland)

I. V. KOROTKOVA, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)

V. YU. KRYKUNOVA, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)

M. M. MARENYCH, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

N. M. OPARA, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

V. M. PYSARENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

A. A. POLISHCHUK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

S. V. POSPIELOV, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)

T. P. ROMASHKO, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)

A. O. TARANENKO, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

A. M. SHOSTIA, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

Editorial Board in the field of VETERINARY MEDICINE:

A. A. ANTIPOV, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

V. P. BERDNYK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

O. O. BOYKO, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

O. B. GREBEN, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

V. O. YEVSTAFIEVA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

B. P. KYRYCHKO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

L. M. KORCHAN, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

O. V. KRUCHYNNENKO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

T. A. KUZMINA, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

S. M. KULYNYCH, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

T. P. LOKES-KRUPKA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

V. V. MELNYCHUK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

O. B. PRIJMA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

Editorial Board in the field of TECHNICAL SCIENCES:

O. V. HORYK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

I. A. DUDNIKOV, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

S. B. KOVALCHUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

O. M. KOSTENKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

V. M. SAKALO, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

V. O. SUKMANOV, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

V. O. SHEICHENKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

Members of Council:

A. BRZOZOWSKA, Dr. Econ. Sci. (Poland)

Z. DACKO-PIKIEWICZ, Dr. hab. (Poland)

O. PEREKHOZHUK, Dr. Econ. Sci. (Germany)

V. M. SAMORODOV, Honored inventor of Ukraine (Ukraine)

The title, conception, content, and design of the «*Scientific Progress & Innovations*» are intellectual property of Poltava State Agrarian University and are protected by the Law of Ukraine «On Copyright and Related Rights.» Materials are published in original language. In case of reprinting, the reference to the «*Scientific Progress & Innovations*» is compulsory.

Editorial stuff reserves the right to edit the texts without changing author's attitude.

The author is responsible for the factual account of material.

ЗМІСТ**27 (1)****CONTENTS****Сільське господарство.
Рослинництво****6****Agriculture.
Plant growing**

Тригуб О. В., Ляшенко В. В., Куценко О. М., Ногін В. В., Бошко В. І. Вплив способів і строків сівби на урожайні та технологічні параметри сортів гречки	6	Tryhub O., Liashenko V., Kutsenko O., Nohin V., Bozhko V. The impact of sowing methods and sowing time on yield and technological parameters of buckwheat varieties
Гангур В. В., Космінський О. О. Біоенергетична оцінка ефективності різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування соняшнику	13	Hanhur V., Kosminskiy O. Bioenergetic assessment of the efficiency of different levels of mineral fertilization in sunflower cultivation technology
Маренич М. М., Коба К. В. Вплив обробітку ґрунту на урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи	19	Marenych M., Koba K. The impact of tillage on the yield of maternal lines of maize hybrids
Гангур В. В., Філоненко В. С. Вплив систем обробітку ґрунту та ступеня насичення сівозмін буряком цукровим на рівень урожайності та якість коренеплодів	24	Hanhur V., Filonenko V. Effect of soil cultivation systems and the degree of saturation of crop rotations with sugar beet on the level of yield and quality of sugar beet roots
Бакалова А. В., Грицюк Н. В., Столяр С. Г., Іващенко І. В. Стійкість сортів смородини чорної проти ковалика темного в умовах Полісся України	30	Bakalova A., Gritsyuk N., Stolyar S., Ivachenko I. The resistance of black currant varieties against the dark kovalyk in the forest conditions of Ukraine
Гангур В. В., Руденко В. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах лівобережного Лісостепу України	36	Hanhur V., Rudenko V. The effects of main tillage methods on the productivity of maize hybrids in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine
Бараболя О. В., Косенко І. В. Вплив строків сівби на врожайність кукурудзи	41	Barabolia O., Kosenko I. The impact of sowing time on corn yield capacity
Короткова І. В., Дробітько А. М. Вплив способу сівби й удобрення на входження в зиму ріпаку озимого в умовах Лісостепу України	47	Korotkova I., Drobotko A. Effect of the sowing method and fertilization on the onset of winter rape in the Forest-Steppe of Ukraine
Міленко О. Г., Сідаш А. А., Вегеренко В. С., Безпалій А. М., Гордівський І. В. Ефективність позакореневого підживлення посівів сої	53	Milenko O., Sidash A., Veherenko V., Bezpalyi A., Hordivskiy I. Effectiveness of foliar fertilization of soybean crops
Польовий В. М., Ященко Л. А., Курач О. В., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Вплив вапнування на обсяги емісійних потоків CO ₂ із дерново-підзолистого ґрунту в удобрюваному агроценозі Західного Полісся	58	Polioviy V., Yashchenko L., Kurach O., Rovna H., Huk B. The impact of liming on the CO ₂ emission from sod-podzolic soil in a fertilized agroecosystem of the Western Polissia
Бараболя О. В., Латиш А. А. Перспективи вирощування пшениці твердої ярої для забезпечення внутрішнього споживання	64	Barabolia O., Latysh A. The prospects of hard spring wheat cultivation to ensure internal consumption
Поліщук В. В., Коновалов Д. В. Способи підвищення якості насіння пшениці озимої за умови передпосівної підготовки	69	Polishchuk V., Konovalov D. Ways of improving winter wheat seed quality during pre-sowing preparation

Екологія**74****Ecology**

Шомко О. М. Дослідження фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту рекультивованих територій порушених видобутком ільменіту	74	Shomko O. Study of the physicochemical and agrochemical properties of the soil of reclaimed areas disturbed by ilmenite mining
Чужма Н. П., Самчишина Л. В., Григоренко Т. В., Базаєва А. М., Коба С. А., Тучапська А. Я., Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О. Розвиток фіто- і зоопланктону в нагульних ставах ТЗОВ «Карпатський водограй» та їх сапробіологічна характеристика	82	Chuzhma N., Samchyshyna L., Hryhorenko T., Bazaieva A., Koba S., Tuchapska A., Melnychuk V., Yevstafieva V. Development of phyto-, zooplankton in fish ponds "Karpatskiy vodograi" LLC and their saprobiological characteristics

**Сільське господарство.
Тваринництво****90****Agriculture.
Animal breeding**

Карбан Ю. В. Біологічні особливості кіз різних порід	90	Karban Y. Biological features of different breeds of goats
Сухно Т. В. Оцінка молодняку свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту	95	Sukhno T. Evaluation of young pigs of different genotypes by breeding indexes and growth indicators
Поліщук А. А., Шостя А. М., Мерзлов С. В., Усенко С. О., Леуський М. В., Кузьменко Л. М., Ільченко М. О. Сучасний стан рибництва в Україні та розвиток галузі на Полтавщині	101	Polishuk A., Shostya A., Merzlov S., Usenko S., Leusky M., Kuzmenko L., Ilchenko M. The current state of fish farming in Ukraine and the development of the industry in Poltava region
Прудюс Т. Я., Камінський Р. М. Біохімічні та гематологічні особливості показників крові поросят раннього віку за впливу кормової добавки «Активо»	107	Prudyus T., Kaminskiy R. Biochemical and hematological features of the blood parameters of young piglets under the influence of the feed additive "Activo"

Ветеринарна медицина**112****Veterinary medicine**

Омельченко О. В., Деркач І. М. Діагностична ефективність сучасних паразитологічних методів копроовоскопії за гетеракозу курей	112	Omelchenko O., Derkach I. Diagnostic efficiency of modern parasitology methods of coproovoscopy for heteracosis of chicken
Котелевич В. А., Гуральська С. В., Олішевський В. М. Ветеринарно-санітарна оцінка молока-сировини за умови удосконалення технології підвищення якості і безпеки у «ПРАТ ПК Поділля»	118	Kotelevych V., Hural'ska S., Olishevskiy V. Veterinary and sanitary assessment of raw milk for improvement of technology to increase quality and safety in private JSC "Podillya" food company

Гришук Г. П., Гуральська С. В., Ковальов П. В., Деркач І. М. Морфогістоархітектоніка органів статеві системи корів за симптоматичної неплідності	126	Hryshchuk H., Huralska S., Kovalov P., Derkach I. Morphohistoarchitectonics of the reproductive system organs in cows with symptomatic infertility
Євстаф'єва В. О., Будник Д. Г., Мельничук В. В., Киричко Б. П., Деркач І. М. Терапевтична ефективність лікувальних заходів за нематодозів травного тракту великої рогатої худоби	133	Yevstafieva V., Budnyk D., Melnychuk V., Kyrychko B., Derkach I. Therapeutic effectiveness of treatment measures for nematodoses of the digestive tract of cattle
Бондаревський І. Л. Поширення паразитозів шлунково-кишкового каналу жуйних у господарствах Кіровоградської та Дніпропетровської областей	139	Bondarevskiy I. Spread of parasitoses of the gastrointestinal tract of ruminants in the farms of the Kirovohrad and Dnipropetrovsk regions
Люлін П. В., Богач М. В., Гетманец О. М., Антіпов А. А. Математико-статистичний аналіз взаємозалежностей збудників за паразитоценозів кишкового каналу голубів (<i>Columba livia domestica</i> Gmelin, 1789)	144	Liulin P., Bogach M., Getmanets O., Antipov A. Mathematical and statistical analysis of interdependences of parasites of the intestinal canal of pigeons (<i>Columba livia domestica</i> Gmelin, 1789)
Борисевич Б. В., Кручиненко О. В., Передера О. О. Проблема судово-ветеринарного дослідження трупів дрібних тварин у випадках механічної асфіксії	149	Borysevich B., Kruchynenko O., Peredera O. The problem of forensic veterinary examination of small animal corpses in cases of mechanical asphyxia
Мазанний О. В., Нікіфорова О. В., Люлін П. В., Антіпов А. А. Лисиця руда (<i>Vulpes vulpes</i>) – природний резервуар гельмінтозів	155	Mazannyi O., Nikiforova O., Liulin P., Antipov A. Red fox (<i>Vulpes vulpes</i>) – a natural reservoir of helminthoses
Дережа Ю. Ф., Канівець Н. С. Візуальна діагностика за патології підшлункової залози у котів	162	Dereza Yu., Kanivets N. Visual diagnostics of pancreatic pathology in cats
Пonomarenko В. М. Ефективність сучасних способів копроовоскопії за нематодірозу великої рогатої худоби	167	Ponomarenko V. Efficiency of modern methods of coproovoscopy for nematodiosis in cattle
Крупельницький Т. В., Соколюк В. М. Мікробіологічні ризики за виробництва молока-сировини	173	Krupelnytsky T., Sokoliuk V. Microbiological risks in the production of raw milk.
Кулинич С. М., Коноваленко В. В. Рецесія ясен у собак, окремі аспекти перебігу хвороби	179	Kulynych S., Konovalenko V. Gum recession in dogs, certain aspects of the course of the disease
Замазій А. А., Камбур М. Д., Коленченко В. А., Демидко О. С. Активність ферментів системи глутатіону новонароджених телят та поросят	183	Zamaziy A., Kambur M., Kolenchenko V., Demydko O. Activity of glutathione system enzymes in newborn calves and piglets
Просяний С. Б., Горюк Ю. В. Ліпідний профіль сироватки крові курей в умовах тривалого впливу змінного імпульсного електромагнітного поля наднизької частоти	188	Prosyanyi S., Horiuk Y. Lipid profile of blood serum of chickens under conditions of long-term exposure to extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field
Фединяк Р. І., Пелень Р. А. Органолептичні показники та хімічний склад м'яса індиків за наявності «наминів» кіля	193	Feduniak R., Peleno R. Organoleptic parameters and chemical composition of turkey meat in the presence of keel "mins"
Фурман С. В., Лісогурська Д. В., Лісогурська О. В., Адамчук Л. О., Войналович М. В. Біохімічний склад, безпечність та якість органічного меду	199	Furman S., Lisohurska D., Lisohurska O., Adamchuk L., Voynalovych M. Biochemical composition, safety and quality of organic honey
Кулинич С. М., Климась А. Р. Травматизм дистального відділу кінцівок у корів	204	Kulynych S., Klymas A. Injury of the distal division of the extremities of cows
Технічні науки		Technical sciences
Арендаренко В. М., Іванов О. М., Шпилька М. М., Сімонов К. В. Гідротунельна установка для обприскування насаджень картоплі зі струминним насосом	211	Goryk O., Brykun O., Ivanov O., Koval'chuk S., Muravlov V. Automated system of shot blasting processing of free surfaces of metal products

The impact of sowing methods and sowing time on yield and technological parameters of buckwheat varieties

O. Tryhub¹ | V. Liashenko²✉ | O. Kutsenko² | V. Nohin² | V. Bozhko²

Article info

Correspondence Author

V. Liashenko

E-mail:

viktor.liashenko@ukr.net

¹ Ustymivka Experimental Station of Plant Production, v. Ustymivka Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine

² Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Tryhub, O., Liashenko, V., Kutsenko, O., Nohin, V., & Bozhko, V. (2024). The impact of sowing methods and sowing time on yield and technological parameters of buckwheat varieties. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 6–12. doi: 10.31210/spi2024.27.01.01

Modern buckwheat production requires not only systemic approach and interest of government institutions, but also the improvement of technological approaches to its cultivation. The article is aimed at determining the impact of sowing time on yield and technological parameters of buckwheat varieties. The experiments were conducted during 2022–2023 at Ustymivka Plant Growing Experimental Station of V. Ya. Yuriev Institute of Plant Growing of the National Academy of Agrarian Sciences. Three indeterminate buckwheat varieties (Ukraiinka, Yelena, and Volodar) and three determinate ones (Olha, Yuvileina 100, and Yaroslavna) were included in groups for study. It has been found that wide-row sowing (the width of inter-row distance is 45 cm) is a more optimal method of buckwheat sowing for obtaining high yield and technological indicators than the common row seeding (15 cm). And these indicators were the following: yield – by 0.62 tons more; plant productivity – by 22 kernels or 1.03 g more; the number of blossom clusters – by 6 pcs. more, and blossom cluster productivity – by 0.02 g more. Moreover, seed size did not have essential difference at various seeding methods, and it was detected at the level of 1.5 g/1,000 kernels, but as to seed uniformity, it made 80.1 % at wide-row method and 76.0 % – at row one. It was revealed that yield capacity at summer sowing time (June 13 and 15) made 235 g/m², on the average, which was by 48.5 % less than at spring sowing time (May 12 and 18). The average plant productivity level made 2.0 g/plant at summer sowing time, and it was by 16.5 % more at spring sowing time. Also, by 24 % more blossom clusters were obtained at spring seeding. Moreover, at equal productivity of each blossom cluster (0.08 g, on the average) irrespective of sowing time, spring seeding was more favorable as to the amount of blossom clusters per plant. As a result, no essential difference was detected concerning kernel size between the sowing variants (1.4 g). However, the grain uniformity of experimental buckwheat varieties made 81.0 %, on the average, at spring seeding and 73.9 % at summer one. It was also determined, that at summer sowing, the vegetation period decreased by 4 days, on the average, in all varieties.

Keywords: yield capacity, productivity, amount of blossom clusters, blossom cluster productivity, seed size, hundred-kernel weight, grain uniformity, growing period.

Вплив способів і строків сівби на урожайні та технологічні параметри сортів гречки

О. В. Тригуб¹ | В. В. Ляшенко² | О. М. Куценко² | В. В. Ногін² | В. І. Божко²

¹ Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Сучасне виробництво гречки потребує не лише системного підходу і зацікавленості державних інституцій, а й поліпшення технологічних підходів її вирощування. Метою статті є визначення впливу строків сівби на урожайні та технологічні параметри сортів гречки. Дослідження проведено упродовж 2022–2023 років в Устимівській дослідній станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. До групи вивчення включено три індетермінатні сорти гречки (Українка, Єлена, Володар) і три детермінатні (Ольга, Ювілейна 100, Ярославна). Виявлено, що більш оптимальним для отримання високих урожайних і технологічних показників способом сівби гречки є широкорядний посів (ширина міжрядь 45 см), ніж звичайний рядковий (15 см) за показниками: урожайності – на 0,62 т; продуктивність рослин – на 22 зернини або 1,03 г; кількість суцвіть – на 6 шт., продуктивність суцвіття – на 0,02 г. До того ж крупність насіння при різних способах сівби не мала суттєвої різниці та виявлена на рівні 1,5 г/1000 зерен, але щодо вирівняності насіння, за умови широкорядного способу вона складала 80,1 %, а у разі рядкового – 76,0 %. Виявлено, що урожайність дослідних сортів, посіяних улітку (13 і 15.06), становила в середньому 235 г/м², що на 48,5 % менше від весняного посіву (12 і 18.05). Середній рівень продуктивності рослини, посіяних улітку, становив 2,0 г/рослина, а навесні – на 16,5 % більше. Також отримано більшу кількість суцвіть за умови весняного посіву на 24 %. До того ж у разі однакової продуктивності кожного суцвіття (в середньому по 0,08 г) незалежно від строку сівби кількість суцвіть на рослині дає значну перевагу весняному посіву. В результаті не виявлено суттєвої різниці за крупністю плодів між варіантами посіву (1,4 г). Однак у середньому вирівняність плодів дослідних сортів гречки становила 81,0 %, якщо сіяли навесні, і 73,9 % – якщо сіяли улітку. Також визначено, що за умови літнього посіву вегетаційний період зменшився у всіх сортів у середньому на 4 доби.

Ключові слова: урожайність, продуктивність, кількість суцвіть, продуктивність суцвіття, крупність насіння, маса 100 зерен, вирівняність зерна, вегетаційний період.

Бібліографічний опис для цитування: Тригуб О. В., Ляшенко В. В., Куценко О. М., Ногін В. В., Божко В. І. Вплив способів і строків сівби на урожайні та технологічні параметри сортів гречки. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 6–12.

Вступ

Гречка як одна з найбільш витребуваних круп'яних культур відіграє вирішальну роль у виробництві продовольчого зерна. Вона має істотні відмінності від інших зернових культур за морфологічними, біологічними й агрономічними особливостями. В ній поєднуються взаємовиключні властивості низької врожайності та величезного потенціалу продуктивності рослини, теплолюбності і здатності до вегетації в помірних широтах, невибагливості до ґрунтів і незначної реакції на родючість ґрунтів, чутливості до кількості вологи та здатності відновлювати ріст і розвиток після усунення дії посухи, одночасність росту, цвітіння і плодоутворення. Все це закріпило за гречкою репутацію «загадкової» культури [1–4], що вимагає до себе підвищеної уваги. Тому основним критерієм підвищення продуктивності, якості зерна, економічної й енергетичної ефективності вирощування гречки є фундаментальні знання теоретичних основ і реалізація правильного підходу на практиці, до якого насамперед належить оцінка елементів технології вирощування цієї культури [5–7].

Аналіз урожайності сортів гречки (за умови застосування різних технологій і в різних зонах вирощування) дав змогу виявити, що значні коливання її пов'язані із низьким рівнем адаптивного потенціалу рослин до дії кліматичних і агрономічних чинників [8]. Було висунуто низку теорій, серед яких – положення, що вирішальне значення для формування високої та стабільної врожайності зерна гречки мають ефективні технологічні заходи і агротехнічні умови. Вони здатні цілеспрямовано діяти на процеси росту і розвитку рослин, забезпечуючи максимальний та стабільний рівень урожаю [9, 10]. При цьому суттєве науково-практичне значення має вивчення реакції рослин гречки на агротехнічні заходи, а саме: строки і способи сівби, строки і способи збирання як чинники впливу на формування і мінливість рівня врожайності та якісних параметрів отриманого насіннєвого фонду [11, 12].

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні впливу строків сівби на врожайні та технологічні параметри сортів гречки.

Завдання дослідження: здійснити оцінку впливу строків сівби дослідних сортів гречки на такі параметри: врожайність, кількість зерен на рослині, масу зерна з рослини, кількість суцвіть та їх продуктивність, масу 1000 зерен (крупність) і вирівняність насіння; проаналізувати вплив строків сівби гречки на: врожайність, продуктивність рослини та суцвіття, масу 1000 зерен і їх вирівняність, тривалість вегетаційного періоду.

Матеріали і методи

Дослідження проведено упродовж 2022–2023 років в Устимівській дослідній станції

рослиництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН в центральній частині Кременчуцького району Полтавської області та південній частині зони Лісостепу України (на межі зі Степом).

У ґрунтовому покриві переважають чорноземи глибокі мало- та середньогумусні, а також опідзолені. Валовий запас гумусу в шарі 0–20 см складає 60–220 т/га; азоту – 3–15, фосфору – 2–4,5 т/га. Реакція цих ґрунтів близька до нейтральної (рН 6–8). Чорноземи мають високу ємність вбирання (30–60 м-екв./100 г ґрунту) та ступінь насичення основами (85–100 %). Вони багаті на калій – 2,5–3 %, а валовий запас його складає 70–90 т/га.

Усі дослідження виконано в польових та лабораторних умовах Устимівської дослідної станції рослинництва. Закладку дослідів, оцінку і аналіз отриманих даних за урожайними і якісними показниками проведено відповідно до методики наукових досліджень в агрономії [13], методики Державного сортовипробування сільсько-господарських культур [14]. Фенологічні спостереження й обліки, морфологічний опис, класифікацію за рівнем прояву господарсько цінних ознак і біологічних властивостей проводили відповідно до «Широкого уніфікованого класифікатора роду Гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench.)» [15], «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернобобових та круп'яних на відмінність, однорідність та стабільність» [14] та «Аналізу структури рослин гречки» [16]. Польові дослідні розміщувалися в селекційно-насінницькій сівозміні при попереднику – пшениці озимій.

Дослідження проводили за схемою контрольного розсадника, застосовували загальноприйняту технологію вирощування із застосуванням механізованого посіву (сівалка ССФК-7) та ручної праці при догляді за посівами. Збирання виконано комбайном SAMPO 130 із застосуванням прямого комбайнування й обмолоту валків (скошування проведено за 5–7 діб до обмолоту). Було досліджено вплив способів посіву – закладали ділянки площею 25 м² з міжряддями 15 (звичайний рядковий спосіб сівби) та 45 см (широкорядний спосіб), у трикратній повторності, з нормою 1,8 та 3,0 млн шт./га; строки сівби – посів проводили навесні 12 (2022 рік) та 18 травня (2023 рік); 13 (2022 рік) і 15 червня (2023 рік) влітку. Всі оцінки та спостереження проведені на рослинах, які ростуть вільно.

Як дослідний матеріал використано 6 сучасних сортів гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench.), які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Єлена, Володар (НДІ круп'яних культур імені Олени Алексєєвої Подільського аграрно-технічного університету), Ольга, Українка (ННЦ «Інститут землеробства НААН»), Ювілейна 100, Ярославна (Інституту СГ Північного Сходу НААН). До групи вивчення включено три індетермінатні сорти – Українка, Єлена, Володар і три детермінанти – Ольга, Ювілейна 100, Ярославна [17].

Результати та їх обговорення

Способи сівби, застосовувані в різних технологіях вирощування гречки, мають важливе значення. Протягом усього життя рослини визначають умови росту та розвитку і, як результат, впливають на рівень урожайності культури. У наукових і виробничих дослідженнях встановлено, що ефективність різних способів сівби – звичайного рядкового та ширококорядного, в комплексі з іншими агрозаходами у різних ґрунтово-кліматичних умовах неоднакова. За даними К. А. Тімірязєва, для одержання високого врожаю гречки важливо правильно встановити оптимальну площу живлення рослин і рівномірне їх розміщення на ній [5].

У результаті вивчення параметрів рослин, проходження фаз розвитку, продуктивних характеристик і насінневих параметрів зерна встановлено значну різницю між матеріалом, вирощеним при різних

технологічних агрозаходах. Найбільш суттєвим для виробників є рівень отриманого врожаю, який незважаючи на коливання в різних умовах років проведення досліджень, виявив переваги ширококорядного способу сівби над рядковим.

За урожайністю групи зразків з 1 м² різниця між ширококорядним і звичайним рядковим посівом становила 62 г, при середньому значенні за умови ширококорядного способу – 349 г/м², тоді як при рядковому – 287 г/м², що в перерахунку на гектар становить 0,62 т. Найбільшу урожайність за умови рядкового посіву мали сорти Ольга (376 г/м²) і Ювілейна 100 (365 г/м²). Ці ж сорти мали переваги у групі і за умови рядкового посіву 318 та 293 г/м² (відповідно). Але щонайбільшу урожайність залежно від способу сівби спостерігаємо у сортів Єлена (+78 г/м²) та Ювілейна 100 (72 г/м²). Найменш чутливими за цим показником виявилися сорти Володар (+46 г/м²), Українка та Ольга (+58 та +56 г/м²) (табл. 1).

Таблиця 1

Рівень урожайності та її складників залежно від способу сівби гречки

Сорти	Урожайність, г/м ²			Кількість зерен на рослині, шт.			Маса зерна з рослини, г		
	рядковий	широкорядний	+/- до рядкового	рядковий	широкорядний	+/- до рядкового	рядковий	широкорядний	+/- до рядкового
Єлена	264	342	+78	49	79	+30	1,26	2,39	1,13
Володар	272	318	+46	47	69	+22	1,28	2,17	0,89
Ольга	318	376	+58	55	80	+25	1,51	2,56	1,05
Українка	287	343	+56	50	68	+18	1,38	2,41	1,03
Ювілейна 100	293	365	+72	50	73	+23	1,36	2,42	1,06
Ярославна	289	353	+64	52	72	+20	1,44	2,45	1,01
Середнє по групі	287	349	+62	51	73	+22	1,37	2,40	1,03

Знаковим є показник продуктивності рослини (через кількість зерен), який є головним складником урожайності. Проведена характеристика дослідного матеріалу виявила значну диференціацію за цим показником усередині групи вивчення і коливання від 47 до 55 шт. за умови рядкового способу і від 69 до 80 шт. у разі ширококорядного. Найбільшою продуктивністю при ширококорядному посіві відзначено рослини сортів Ольга та Єлена (80 та 79 шт. відповідно), найбільша продуктивність за умови рядкового була у сортів Ольга та Ярославна (55 і 52 шт. відповідно) (див. табл. 1).

Найбільш якісну характеристику врожайності можна провести через масу зерна з рослини. Цей показник (за стандартної густоти стояння рослин) вказує на потенціал сорту і на його реалізацію кожною рослиною. До того ж він тісно пов'язаний зі значенням крупності (маси 1000 зерен). Середні значення продуктивності рослини становили за умови ширококорядного способу 2,40 г та 1,37 г – за умови рядкового, з різницею між значеннями 1,03 г. Найбільшою величиною показника вирізнялися рослини сортів Ольга (2,56 г і 1,51 г) та Ярославна (2,45 г і 1,44 г) при ширококорядному і рядковому способах відповідно. Найбільше коливання показника при зміні способу посіву спостерігаємо у сорту Єлена (1,13 г) та Ольга (1,05 г) та Ювілейна 100 (1,06 г). Загалом у групі вивчення продуктивність рослини при рядковому способі була нижче на 1,03 г (від 2,40 до 1,37 г) (див. табл. 1).

Кількість суцвіть на рослині і особливо їх продуктивність є важливими характеристиками сорту. Рослини індетермінантного типу схильні до утворення надмірної кількості суцвіть через подовжене квітання, але загальна кількість утвореного насіння, і особливо кількість повноцінно виповненого насіння при цьому (особливо в розрахунку на одне суцвіття) – низька. У групі вивчення кількість суцвіть коливалася у індетермінантних сортів у межах від 34 (сорт Єлена) до 38 шт. (сорти Володар і Українка) при ширококорядному посіві і від 24 (сорт Єлена) до 31 шт. (сорти Володар і Українка) при рядковому. Детермінантні сорти вирізнялися меншою кількістю суцвіть на рослині: при ширококорядному посіві від 24 до 27 шт., при рядковому – від 20 до 23 шт. (сорти Ювілейна 100 і Ярославна відповідно) (табл. 2).

Середня кількість суцвіть у групі змінювалася від 30,8 (широкорядний посів) до 24,9 шт. (рядковий посів). Більш важливим та інформативним був показник продуктивності суцвіття як реалізації генетичного потенціалу. За умови ширококорядного посіву середня величина показника становила 0,08 г, з коливаннями від 0,05 г у сорту Володар (2022 рік) до 0,11 г у сорту Ольга (2023 рік). За умови рядкового – середнє значення по групі 0,06 г, з коливаннями від 0,04 у сортів Володар (2022 та 2023 роки) й Українка (2023 рік).

Крупність і вирівняність зерен є технологічними характеристиками сортів, які особливо важливі як для переробної промисловості, так і в насінництві.

Таблиця 2

Кількість суцвіть та їх продуктивність залежно від способу сівби гречки

Показники	Варіант	Сорти						Середнє по групі
		Єлена	Володар	Ольга	Українка	Ювілейна 100	Ярославна	
Кількість суцвіть на рослині	Широкорядний	34	38	25	38	24	27	31
	Рядковий	24	31	22	31	20	23	25
	+/- до рядкового	+10	+7	+3	+7	+4	+4	+6
Продуктивність суцвіття	Широкорядний	0,07	0,06	0,11	0,06	0,10	0,09	0,08
	Рядковий	0,05	0,04	0,07	0,04	0,07	0,06	0,06
	+/- до рядкового	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02

В першому випадку це вихід крупи, а у другому – вихід насіння, придатного для рівномірного посіву, а значить для отримання дружних сходів і кращого подальшого росту та розвитку рослин [18, 19].

Середня кількість суцвіть у групі змінювалася від 30,8 (широкорядний посів) до 24,9 шт. (рядковий посів). Більш важливим та інформативним був показник продуктивності суцвіття як реалізації генетичного потенціалу. За умови широкорядного посіву середня величина показника становила 0,08 г, з коливаннями від 0,05 г у сорту Володар (2022 рік) до 0,11 г у сорту Ольга (2023 рік). За умови рядкового – середнє значення по групі 0,06 г, з коливаннями від 0,04 у сортів Володар (2022 та 2023 роки) й Українка (2023 рік).

Крупність і вирівняність зерен є технологічними характеристиками сортів, які особливо важливі як для переробної промисловості, так і в насінництві. В першому випадку це вихід крупи, а у другому – вихід насіння, придатного для рівномірного посіву, а значить для отримання дружних сходів і кращого подальшого росту та розвитку рослин [18, 19].

Маса 1000 зерен (крупність) є одним з найбільш стабільних показників у різних умовах вирощування. Але в наших дослідженнях навіть він мав значні коливання залежно від ширини міжрядь при посіві. Це може бути пов'язане із площею живлення рослини і здатністю формувати більш повноцінне насіння. За умови широкорядного посіву середня крупність насіння складала 28,6 г, а у разі рядкового – 27,1 г. Найбільш реагували на зміну технології вирощування сорти Ярославна – на 2,0 г (від 27,8 до 29,8 г) та Ольга – на 1,7 г (від 29,0 до 27,3 г). Щодо вирівняності насіння, за умови широкорядного способу в середньому по групі вона складала 80,1 % (з коливаннями від 80,3 до 81,8%), а у разі рядкового – 76,0 % (з коливаннями від 71,7 до 79,0 %).

Як висновок можна зазначити, що всі параметри сортів як урожайні, так і технологічні вказують на доцільність застосування широкорядного способу посіву порівняно з рядковим, для отримання більшої кількості (в середньому по групі вивчення, різниця в урожайності склала 62 г/м², продуктивності рослини – 33 шт. і 1,03 г, продуктивності суцвіття – 0,02 г або 25 %) та кращої якості (за крупністю різниця становила 1,5 г, а за вирівняністю насіння – 4,1 %) продукції.

Строки сівби часто визначаються погоднокліматичними умовами зони вирощування, тому доцільно дотримуватися оптимальних параметрів їх проведення. Для гречки такими є температура ґрунту

на глибині залягання насіння та врахування потреби в уникненні можливих весняних заморозків. Гречка вирізняється коротким вегетаційним періодом, що дозволяє отримувати додатковий прибуток з гектара ріллі, зважаючи на поживні і поукісні посіви [18]. Метою проведених досліджень із застосуванням посіву в оптимальні (весняні) строки і при посіві влітку (кінець червня – початок липня) було порівняння можливості отримання насінневої продукції при обох строках посіву. Головними параметрами порівняльної оцінки стали характеристики: урожайність, продуктивність рослини і суцвіття, маса 1000 зерен і їх вирівняність, тривалість вегетаційного періоду.

Попередні дослідження низки вчених свідчать про значну залежність ростових процесів гречки від кількості вологи у ґрунті та високих температур. Тому можливість літніх посівів сільськогосподарських культур (і гречки також) виникає лише за належного забезпечення необхідними параметрами вологи і за відсутності критичного впливу жару [20]. 2022 і 2023 років склалися сприятливі умови для вивчення впливу літніх строків сівби. Червень і липень були дощовими і хоч і з підвищеними, але не критичними денними температурами повітря та ґрунту.

Порівняння проводили на широкорядних посівах. За умови літнього посіву, який було проведено 13 та 15 червня (2022 та 2023 роки відповідно), отримано якісні та дружні сходи, ріст і розвиток рослин відповідав біологічним особливостям культури, що дало змогу отримати урожай та провести всі обліки і спостереження на рослинах, які ростуть вільно.

Урожайність задіяних у дослідженнях сортів при посіві влітку коливалася в межах 221–256 г/м², при середньому значенні по групі – 235 г/м². Це на 114 г/м² менше порівняно з весняним посівом. Найбільшою урожайністю вирізнялися сорти Ольга – 252 г/м² (243–261 г/м²) та Єлена – 246 г/м² (237–254 г/м²). Найбільше зниження урожаю за умови літнього строку посіву порівняно з весняним спостерігали у сортів Ювілейна 100 (127 г/м²), Ольга і Ювілейна 100 (по 124 г/м²). Найменше реагували сорти Єлена та Володар (96 та 92 г/м²), але потрібно зважати, що сорт Володар мав найменшу врожайність при весняному посіві (318 г/м²), а також одну з найменших при літньому – 226 г/м² (середнє по групі 235 г/м²) (рис. 1).

Продуктивність рослини є показником, який зазнає значного впливу середовища вирощування й особливо в найбільш значущі для генерації періоди – цвітіння та досягання.

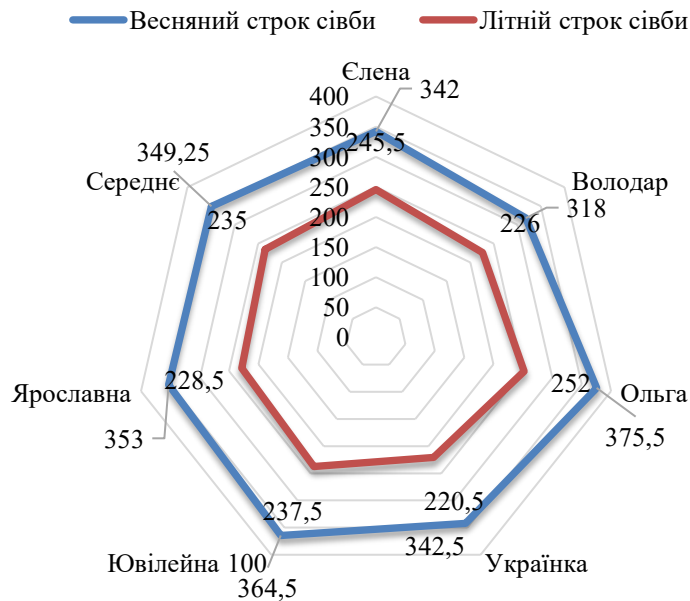


Рис. 1. Значення показника врожайності дослідних сортів гречки залежно від строків сівби

Ці періоди збігаються в основних зонах вирощування гречки з досить екстремальними погодними умовами (посухою та високими температурами) за умови літнього строку посіву. Деякі інші умови вирощування складаються при весняному посіві. Початок цвітіння тут припадає на екстремальні умови, але повне цвітіння та досягання настають вже при зниженні середньодобових температур. Щодо опадів, то роки вирощування значно різняться між собою. 2022–2023 років умови вирощування гречки не були екстремальними за температурою і рівнем опадів, тому була можливість оцінити сортовий матеріал, зважаючи лише на фактор зміни строків висівання насіння. Результати дослідів указують на значну перевагу у продуктивності рослини у разі весняного строку сівби. Середній по групі рівень продуктивності рослини при літньому посіві становив 2,0 г/рослина (з варіюванням від 1,85 до 2,16 г), а при весняному – 2,4 г (з варіюванням від 2,2 до 2,6 г), що більше на 0,4 г або на 16,5 % порівняно з літнім.

Найбільша різниця за продуктивністю відмічена у сортів Українка (0,56 г) та Ярославна (0,49 г).

Кількість суцвіть на рослині також є показником, який варіюється, що може мати значний вплив на рівень урожайності. Результати досліджень свідчать про значну залежність цієї характеристики від терміну посіву. До того ж кількість суцвіть (31 проти 25 шт.) була вищою, якщо сіяли навесні. І незважаючи на однакову продуктивність кожного суцвіття (по 0,08 г, в середньому по групі) незалежно від строку сівби, кількість суцвіть на рослині дає значну перевагу весняному посіву.

Крупність насіння є більше технологічним показником, але має значний вплив на рівень урожайності. Аналіз цієї характеристики сорту вказує на незначний вплив строку сівби на її величину (рис. 2). Різниця між варіантами склала 1,3 г або 4,5 %. Тобто в цьому разі більший вплив на крупність зерна мали сортові особливості, а не строк посіву матеріалу.

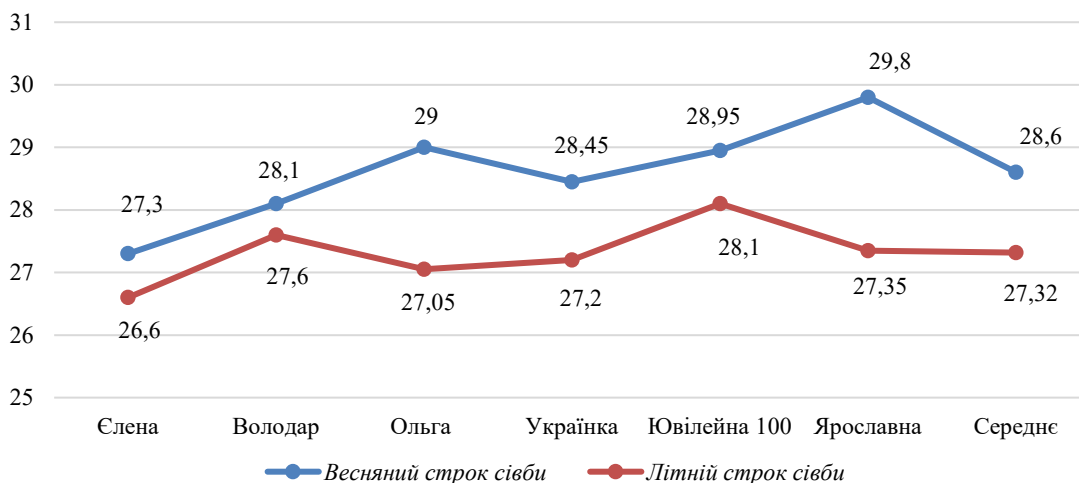


Рис. 2. Зміна крупності насіння (г/1000 зерен) дослідних сортів гречки залежно від строків сівби

Значно більшою є різниця між варіантами за показником вирівняності зерна, що має значно більшу залежність від умов формування зерна. В середньому по групі вивчення вирівняність плодів становила 81,0 %, якщо сіяли навесні і 73,9 %, якщо – влітку. По сортах найбільша різниця виявлена у сортів Ярославна (8,6 %) та Українка (8,0 %). Найменше реагували на строк сівби рослини сортів Єлена (6,9 %) та Володар (4,1 %).

Найбільш інформативним показником при різних строках посіву є тривалість вегетаційного періоду, що визначено досить значною реакцією більшості сортів на тривалість світлового дня. Виявлено, що за умови літнього посіву вегетаційний період зменшився у всіх сортів на 4 доби (в середньому по групі – з 74 до 70 діб), тут найбільше зменшення вегетаційного періоду відмічено у сортів Володар (з 76 до 71 доби) та Українка (з 75 до 70 діб).

Висновки

За результатами досліджень виявлено, що більш оптимальним для отримання високих урожайних і технологічних показників способом сівби гречки є широкорядний посів завдяки більшим показникам:

1) урожайності в середньому по групі вивчення – на 0,62 т/га;

2) продуктивності рослини – на 22 зернини або 1,03 г;

3) кількості суцвіть – на 6 шт., продуктивності суцвіття – на 0,02 г;

4) вирівняності насіння – на 4,1 %. До того ж крупність насіння не мала суттєвої різниці при різних способах сівби та виявлена на рівні 1,5 г/1000 зерен.

Визначено суттєву перевагу за врожайними та технологічними показниками у проведенні весняного способу сівби порівняно з літнім завдяки більшим показникам:

1) урожайності – на 114 г/м² або 48,5 %;

2) продуктивності рослини – на 0,4 г або на 16,5 %;

3) кількості суцвіть – на 6 шт. або 24 %;

4) вирівняності зерна – на 7,1 %;

5) вегетаційного періоду – на 4 доби.

Проте, незважаючи на однакову продуктивність кожного суцвіття (в середньому по 0,08 г) незалежно від строку сівби, кількість суцвіть на рослині дає значну перевагу весняному посіву. Також не виявлено суттєвої різниці за крупністю плодів між варіантами за строками сівби – 1,4 г.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу обробки посівів рослин мікродобривами на урожайні та технологічні параметри сортів гречки.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Alekseieva, O. S., Taranenko, L. K., & Malyna, M. M. (2004). *Henetyka, selektsiia i nasinnystvo hrechky*. Kyiv: Vyscha shkola [in Ukrainian]
- Tryhub, O. V., Liashenko, V. V., & Chaika T. O. (2022). Hrechka yak vazhlyvyi skladnyk ekolohoorientovanykh pidkhodiv do zberzhennia i rozvytku ahroekosystem. In: T. O. Chaika (red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnogenno zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem: kolektyvna monohrafiia*. (pp. 73–85). Poltava : Astraia [in Ukrainian]
- Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Chaika, T. O. (2022). Vlyv pryrodno-klimatychnykh umov na urozhainist i adaptyvniest hrechky. In: T. O. Chaika (red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnogenno zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem : kolektyvna monohrafiia*. (pp. 159–165). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
- Adhikari, B. B. (2023). Prospects and potential of buckwheat (*Fagopyrum spp*) production in Nepal: a review. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, 37, 173–182. <http://dx.doi.org/10.3126/jiaas.v37i1.58593>
- Rarok, A. V. (2016). Udoskonalennia okremykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. *Candidate's thesis*. Podilskyi ATU, Kamianets-Podilskyi [in Ukrainian]
- Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Nohin, V. V. (2022). The importance of cultivating buckwheat as unique and environmentally oriented crop. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 69–76. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.08>
- Ahmad, M., Ahmad, F., Ejaz, A. D., Raies, A. B., Tahmina, M., & Shah, F. (2018). Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) – A neglected crop of high altitude cold arid regions of Ladakh: Biology and Nutritive Value. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 6 (1), 395–406. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.6001>
- Tryhub, O. V., & Liashenko, V. V. Vyznachennia suchasnykh vysokoproduktyvnykh sortiv hrechky dlia vyroshchuvannia v umovakh Lisostepovoi ta pivnichnoi chastyny Stepovoi zony Ukrainy. In: T. O. Chaika (red.), *Zakhyst i vidnovlennia ekolohichnoi rivnovahy ta zabezpechennia samovidnovlennia ekosystem: kolektyvna monohrafiia*. (pp. 172–203). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
- Karazhbei, P., Povydalo, M., & Taranukho, M. (2021). Petropavlivska – a new variety of edible buckwheat, with increased seed productivity and adaptivity in the conditions of the Forest-steppe. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 1, 83–86. <https://doi.org/10.54651/agri.2021.01.1110>
- Babu, S., Yadav, G. S., Singh R., Avasthe R. K., Dass A., Mohapatra, K. P., Tahashildar, M., Kumar, K. P. M., Devi, M. T., Rana, D. S., Pandey, P., & Prakash, N. (2018). Production technology and multifarious uses of buckwheat (*Fagopyrum spp.*): A review. *Indian Journal of Agronomy*, 63 (4), 118–130.
- Adhikari, B. B. (2023). Prospects and Potential of Buckwheat (*Fagopyrum spp.*) Production in Nepal: A Review. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, 37 (1), 173–182. <https://doi.org/10.3126/jiaas.v37i1.58593>
- Karazhbei, P., Povydalo, M., Taranukho, M., Buslaieva, N., & Kovalenko, T. (2022). Creation of buckwheat raw material is the basis of creation of high-yield adaptive varieties. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 2, 65–71. <https://doi.org/10.54651/agri.2022.02.08>
- Didora, V. H., Smahlii, O. F., & Ermantraut, E. R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii : navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian]
- Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
- Tryhub, O. V., Kharchenko, Yu. V., Riabchun, V. K., Hryhorashchenko, L. V., & Dokukina, K. I. (2013). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu Hrechky (Fagopyrum Mill.)*. Kremenchuk: Khrystyianska Zoria [in Ukrainian]
- Bochkarëva, L. P. (1994). *Analiz strukturi rastenii grechikki (Metodicheskie rekomendatsii)*. Chernovtsi: Chernovitskii TsN-TEI [in Russian]

17. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini. Retrieved from: <https://minagro.gov.ua/ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn> [in Ukrainian]
18. Tryhub, O. V. (2016). Dzherela produktyvnosti ta adaptyvnosti hrechky. *Henetychni Resursy Roslyn*, 18, 77–87. [in Ukrainian]
19. Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Dudka, K. O. (2021). Estimation of yield and adaptive characteristics of buckwheat genepool. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 27–36. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.03>
20. Bilonozhko, V. Ia., Poltoretskyi, S. P., & Berezovskyi, A. P. (2003). Posivni yakosti ta vrozhaeni vlastyvoli nasinnia hrechky zalezno vid poperednyka ta udobrennia. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoï Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 746–750 [in Ukrainian]

ORCID

- O. Tryhub  <https://orcid.org/0000-0003-3346-9828>
V. Liashenko  <https://orcid.org/0000-0003-0177-6209>
O. Kutsenko  <https://orcid.org/0000-0001-8692-2302>



2024 Tryhub O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Bioenergetic assessment of the efficiency of different levels of mineral fertilization in sunflower cultivation technology

V. Hanhur  | O. Kosminskyi

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirganguur@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Hanhur, V., & Kosminskyi, O. (2024). Bioenergetic assessment of the efficiency of different levels of mineral fertilization in sunflower cultivation technology. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 13–18. doi: 10.31210/spi2024.27.01.02

In the article, the results of scientific research on assessing the energetic efficiency of growing sunflower hybrids of different maturity groups at different doses of mineral fertilizers in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. It is established that the application of different doses of mineral fertilizers changes the structure of total energy costs, in particular, the part of technological costs, fuel, lubricants and pesticides decreases. It was established that the use of mineral fertilizers led to an increase in total energy consumption for the cultivation of the hybrid Oreol by 32.4–65.5 %, hybrid Cadet – by 33.8–65.6 %, hybrid Drive – by 32.1–64.7 %, compared to the variant without fertilizers. It was found that the improvement of mineral nutrition of sunflower plants contributed to both an increase in seed productivity and gross energy per unit area. There was an increase in this parameter compared to the control in the early maturing hybrid Oreol by 3.9–7.9 %, the mid-early maturing hybrid Cadet – by 7.1–8.5 %, and the mid maturing hybrid Drive – by 2.5–6.1 %. A gradual increase in yield and growth of gross energy input in hybrids Oreol (from 71512.2 to 74225.4 MJ/ha) and Drive (from 71512.2 to 74031.6 MJ/ha) was established with the application of mineral fertilizers from the lowest to the maximum rate. The mid-early maturing hybrid Cadet did not show a significant increase in yield and gross energy input as the dose of mineral fertilizers increased (71512.2–70543.2 MJ/ha). It was found that the absence of fertilizers in sunflower cultivation technology and the associated consumption of total energy result in the highest energy efficiency coefficient, which for the early maturing hybrid Oreol was 6.39, the mid-early maturing hybrid Kadet – 6.20, and the mid maturing hybrid Drive – 6.48. The application of mineral fertilizers and an increase in their dose was associated with a decrease in this parameter compared to the control, in the early maturing hybrid Oreol by 21.4–34.6 %, the mid-early maturing hybrid Kadet by 18.9–35.5 %, and the mid maturing hybrid Drive by 22.4–35.6 %. So, taking into account the energy efficiency indexes, the most appropriate is to apply the lowest dose of mineral fertilizers $N_{30}P_{40}$ for the cultivation of sunflower in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Keywords: sunflower (*Helianthus annuus* L.), hybrids, mineral fertilizers, energy costs, energy assessment, yield.

Біоенергетична оцінка ефективності різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування соняшнику

В. В. Гангур | О. О. Космінський

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

У статті наведено результати наукових досліджень з оцінки енергетичної ефективності вирощування гібридів соняшнику на фоні різних доз мінеральних добрив. Встановлено, що використання мінеральних добрив зумовлювало збільшення витрат сукупної енергії за умови вирощування гібрида Oreol на 32,4–65,5 %, Кадет – на 33,8–65,6 %, Драйв – на 32,1–64,7 % порівняно із варіантом без добрив. Виявлено, що покращення мінерального живлення рослин соняшнику сприяло як збільшенню насіннєвої продуктивності культури, так і виходу валової енергії з одиниці площі. Відзначено збільшення цього показника відносно контролю у ранньостиглого гібрида Oreol на 3,9–7,9 %, середньораннього Кадет – на 7,1–8,5 %, середньостиглого Драйв – 2,5–6,1 %. Встановлено поступове збільшення урожайності і зростання приходу валової енергії у гібридів Oreol (від 71512,2 до 74225,4 Мдж/га) та Драйв (від 71512,2 до 74031,6 Мдж/га) у разі внесення мінеральних добрив від найменшої до максимальної норми. У середньораннього гібрида Кадет не спостерігали помітного збільшення урожайності і виходу валової енергії в міру підвищення дози мінеральних добрив (71512,2–70543,2 Мдж/га). З'ясовано, що відсутність добрив у технології вирощування соняшнику та пов'язаних із ними витрат сукупної енергії зумовлює одержання найвищого коефіцієнта енергетичної ефективності, який для ранньостиглого гібрида Oreol становив 6,39, середньораннього Кадет – 6,20, середньостиглого Драйв – 6,48. Внесення мінеральних добрив, збільшення їх дози супроводжувалося зменшенням цього показника порівняно з контролем у ранньостиглого гібрида Oreol на 21,4–34,6 %, середньораннього Кадет – на 18,9–35,5 %, середньостиглого Драйв – на 22,4–35,6 %. Отже, зважаючи на показники енергетичної ефективності найбільш доцільним є внесення мінімальної дози мінеральних добрив $N_{30}P_{40}$ у разі вирощування соняшнику в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Ключові слова: соняшник (*Helianthus annuus* L.), гібриди, мінеральні добрива, енергетичні витрати, енергетична оцінка, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Космінський О. О. Біоенергетична оцінка ефективності різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування соняшнику. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 13–18.

Вступ

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є найбільш поширеною, високопродуктивною та економічно вигідною олійною культурою в аграрному секторі України, на товарну продукцію якої існує стабільний попит як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках [15, 11, 17, 20]. Перманентні зміни клімату, які супроводжуються нерівномірністю розподілу опадів, частими і тривалими посушливими періодами, підвищенням температури повітря впродовж вегетаційного періоду, є передумовою до збереження і надалі наявних розмірів площі посіву соняшнику, зважаючи на те, що ця культура здатна формувати помірний рівень врожайності і у разі недостатньо сприятливих погодних умов [4, 2, 13].

Варто відзначити, що впродовж останніх тридцяти років істотних змін зазнала структура посівних площ, співвідношення основних біологічних груп сільськогосподарських культур в Україні. Спостерігається постійне зростання площі, зайнятої посівами соняшнику [3]. Наприклад, 2023 року в Україні соняшником засіяно 5042 тис. га, що у 3,1 раза більше порівняно з 1990 р., і на 1,1 % перевищує площу, на якій вирощували цю культуру 2022 року. Аналогічну тенденцію щодо стрімкого збільшення посівної площі соняшнику спостерігали і в умовах Полтавської області. 2023 року площа посіву соняшнику становила 435 тис. га, або зросла порівняно з 1995 і 2016 роки, відповідно у 3,9 і 2,8 раза. Також важливо зазначити не лише розширення площі під соняшником, але і збільшення його продуктивності. 1990 року урожайність насіння соняшнику в Україні становила 1,6 т/га, а 2023 року – 2,32 т/га або збільшилася на 45 %. Що стосується Полтавської області, то за вищезазначений період урожайність соняшнику збільшилася на 78,3 %, тобто з 1,57 до 2,80 т/га.

Нині, коли навіть у межах одного календарного року спостерігається значне коливання цін не лише на товарну продукцію соняшнику, але і на матеріально-технічні, енергетичні ресурси, необхідні для його вирощування, водночас із економічною оцінкою набуває актуальності і розрахунок біоенергетичної ефективності технології, який ґрунтується на визначенні співвідношення витраченої сукупної енергії, до енергії акумульованої в урожаї основної і побічної продукції.

За умов високої вартості енергоресурсів необхідно знайти можливі шляхи ресурсозаощадження в технології вирощування соняшнику. Тому всебічно оцінити ефективність сучасних технологій, проаналізувавши витрати енергії на вирощування соняшнику, стає в умовах виробництва реальною необхідністю [19, 16].

Діяльність людини у процесі сільськогосподарського виробництва спрямована на перетворення енергії за рахунок різноманітних технологічних прийомів. Зростання інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, зокрема галузі рослинництва, супроводжується збільшенням витрат сукупної енергії, яка акумульована в матеріально-технічних

ресурсах, на одиницю площі ріллі. Це зумовлює потребу у проведенні аналізу виробництва продукції з погляду його енергоємності за базовими елементами технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема система обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин тощо.

Використання показників для оцінки енергетичної ефективності сівозмін з різним набором культур дозволяє більш об'єктивно враховувати і узагальнено виразити кількісні і якісні параметри окремих ланок і загалом технологій вирощування польових культур, а також виявити резерви суттєвого скорочення як прямих, так і побічних витрат енергії, акумульованих у засобах виробництва [1]. Особлива значущість такого підходу полягає в можливості усунення під час аналізу недоліків ціноутворення і більш ефективно використати антропогенні і природні енергетичні ресурси [10, 6].

На думку низки науковців, проведення біоенергетичного аналізу дає змогу здійснювати розробку технологій у напрямі ресурсозбереження та оцінювати їх ефективність, а також окремих прийомів у землеробстві і рослинництві. Його основна мета – пошук і планування методів виробництва, що забезпечать раціональне використання енергії як із відновлювальних, так і невідновлювальних джерел, а також покращення екологічного стану довкілля [14, 18].

Результати впровадження ресурсозбережувальних технологій свідчать, що їх ефективність залежить від чіткого дотримання послідовності і своєчасного проведення всіх агротехнічних заходів, зокрема оптимальних строків сівби, щільності стеблостою на одиниці площі, науково обґрунтованих норм і способів унесення добрив. Експериментальні дані В. О. Ушкаренка зі співавторами [12], свідчать, що максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування соняшнику в умовах богарного землеробства одержано за умови вирощування культури на фоні $N_{45}P_{90}$ із густиною рослин 40 тис./га – 5,31. У разі культивування соняшнику на зрошенні найвищим цей показник був на варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{120}$ та щільністю рослин 70 тис./га – 3,39.

Вищенаведений огляд наукових публікацій свідчить про доцільність і важливість енергетичної оцінки як окремих технологічних прийомів, так і цілісних технологій у рослинництві, особливо в умовах нестабільності цін на сільськогосподарську продукцію та засоби виробництва.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних рівнів мінерального живлення на коефіцієнт енергетичної ефективності технології вирощування соняшнику.

Завдання дослідження: визначити структуру витрат сукупної енергії залежно від варіанту удобрення; розрахувати коефіцієнт енергетичної ефективності технології вирощування соняшнику залежно від дози мінеральних добрив.

Матеріали і методи

Дослідження із вивчення ефективності різних доз мінерального живлення у технології вирощування соняшнику проводили на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова упродовж 2021–2023 рр. згідно зі схемою досліду передбачали вивчити п'ять варіантів удобрення та три гібриди соняшнику різних груп стиглості (Ореол (ранньостиглий), Кадет (середньоранній), Драйв (середньостиглий) (табл. 1). Повторність експерименту триразова. Розміщення варіантів і повторень рандомізоване. Посівна площа ділянки становила 112 м², а облікова – 56 м². Сівбу гібридів соняшнику проводили в умовах стійкого прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 7–8 градусів, що за календарними строками має бути в кінці другої декади квітня. Норму висіву розраховували на кінцеву густоту рослин 50 тис. шт./га. Попередником соняшнику у сівозміні була пшениця озима.

Біоенергетичну оцінку провели відповідно до вимог методики О. К. Медведовського, П. І. Іваненка [8]. Сукупні витрати енергії (МДж) на гектар посіву соняшнику визначали за технологічними картами енергетичної оцінки їх вирощування.

Результати та їх обговорення

Розрахунок витрат сукупної енергії за основними елементами технології вирощування соняшнику на фоні без внесення мінеральних добрив свідчить, що у структурі загальних витрат найбільша їх частина йде на технологічні витрати (41,7%), пально-мастильні матеріали (29,9%) та засоби захисту рослин (21,8%) (рис. 1). Решта – це енергетичні витрати пов'язані із придбанням насіння, використанням електроенергії та живої праці (5,7%).

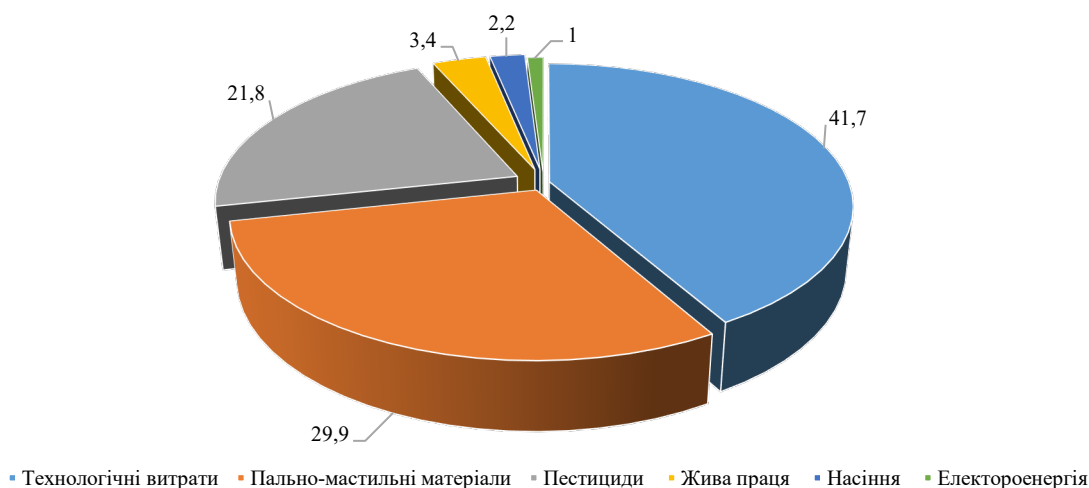


Рис. 1. Структура витрат сукупної енергії за умови вирощування соняшнику на варіанті без добрив, %

Застосування мінеральних добрив у технології вирощування соняшнику призвело до помітної зміни значень частини цих показників у структурі витрат. Доля витрат сукупної енергії на мінеральні

добрива у разі внесення мінімальної їх дози N₃₀P₄₀, становила 22,6% (рис. 2), а максимальної N₄₀P₆₀K₄₀ – збільшилася на 14,8% (рис. 3).

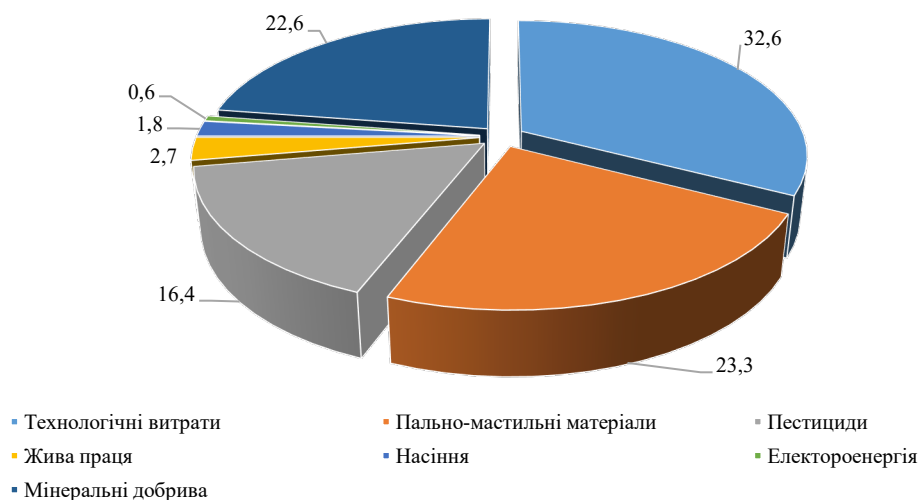


Рис. 2. Структура витрат сукупної енергії за умови внесення мінеральних добрив у дозі N₃₀P₄₀, %

Варто зазначити, що використання різних доз мінеральних добрив зумовило зменшення частини

технологічних витрат, пально-мастильних матеріалів, пестицидів у структурі затрат сукупної енергії.

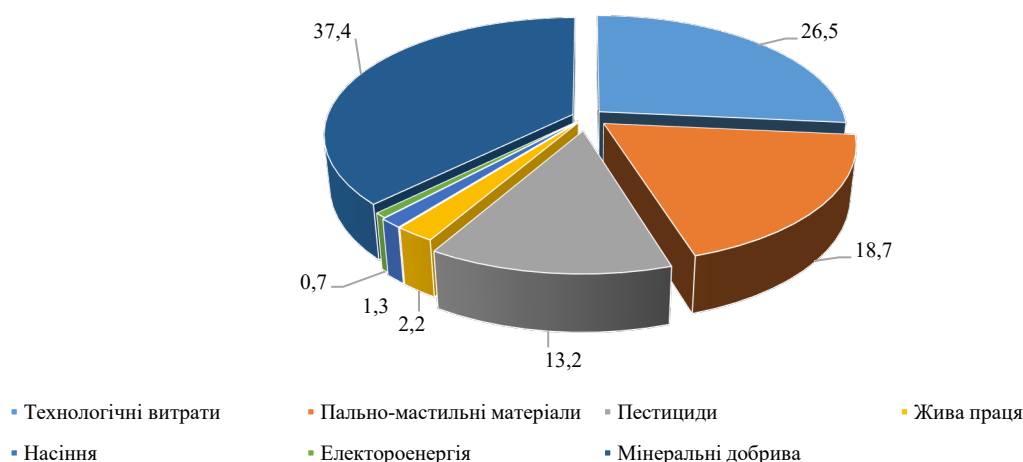


Рис. 3. Структура витрат сукупної енергії за умови внесення мінеральних добрив у дозі N₄₀P₆₀K₄₀, %

Для розрахунку енергетичної ефективності технології вирощування соняшнику використовували значення таких показників, як урожайність, витрати сукупної енергії за технологією вирощування культури, прихід валової енергії з урожаєм, енергоємність одержаної продукції та енергетичний коефіцієнт (табл. 1).

Дослідження розміру витрат сукупної енергії у середньому за 2021–2023 рр. свідчать, що вони значно різнилися залежно від рівня мінерального живлення.

Закономірно, що найнижчим цей показник був на варіанті без добрив. Унесення різних доз мінеральних добрив призвело до збільшення витрат сукупної енергії за умови вирощування гібрида Ореол на 32,4–65,5 %, Кадет – на 33,8–65,6 %, Драйв – на 32,1–64,7 % порівняно із контролем. Зазначимо, що нижче значення цього показника за умови внесення мінімальної дози азотно-фосфорних добрив (N₃₀P₄₀), а верхнє – у разі найбільшої (N₆₀P₉₀).

Таблиця 1

Біоенергетична ефективність вирощування гібридів соняшнику залежно від дози мінеральних добрив, середнє за 2021–2023 рр.

Доза добрив, кг/га д.р.	Урожайність, т/га	Витрати сукупної енергії, Мдж/га	Прихід валової енергії, Мдж/га	Енергоємність 1 т насіння соняшнику, Мдж/т	Енергетичний коефіцієнт
Ореол					
Без добрив	3,55	10764,4	68799,0	3032,2	6,39
N ₃₀ P ₄₀	3,69	14255,9	71512,2	3863,4	5,02
N ₄₀ P ₆₀	3,77	15506,3	73062,6	4113,1	4,71
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	3,78	16381,8	73256,4	4333,8	4,47
N ₆₀ P ₉₀	3,83	17773,0	74225,4	4640,5	4,18
Кадет					
Без добрив	3,40	10635,6	65892,0	3128,1	6,20
N ₃₀ P ₄₀	3,69	14227,1	71512,2	3855,6	5,03
N ₄₀ P ₆₀	3,67	15410,9	71124,6	4199,2	4,62
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	3,68	16286,3	71318,4	4425,6	4,38
N ₆₀ P ₉₀	3,64	17614,4	70543,2	4839,1	4,00
Драйв					
Без добрив	3,60	10768,9	69768,0	2991,4	6,48
N ₃₀ P ₄₀	3,69	14227,1	71512,2	3855,6	5,03
N ₄₀ P ₆₀	3,74	15457,5	72481,2	4133,0	4,69
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	3,76	16339,6	72868,8	4345,6	4,46
N ₆₀ P ₉₀	3,82	17737,5	74031,6	4643,3	4,17

Проведення обліку врожаю насіння культури та оцінка його енергоємності свідчить, що прихід валової енергії залежав від рівня продуктивності соняшнику та помітно змінювався за варіантами удобрення. Так, на варіанті без внесення мінеральних добрив найбільше акумулювалось валової енергії в

урожаї основної і побічної продукції середньостиглого гібрида соняшнику Драйв. Ранньостиглий гібрид Ореол та середньоранній – Кадет поступалися за цим показником попередньому гібриду, відповідно на 1,4 і 5,6 %. За результатами досліджень виявлено, що внесення мінеральних добрив забезпечило

одночасно як збільшення урожайності насіння соняшнику, так і прихід валової енергії. Порівняно з контролем цей показник підвищився у ранньостиглого гібрида Ореол на 3,9–7,9 %, середньораннього Кадет – на 7,1–8,5 %, середньостиглого Драйв – на 2,5–6,1 %.

Варто зазначити, що за умови вирощування ранньостиглого гібрида Ореол та середньостиглого – Драйв спостерігали поступове збільшення урожайності і зростання приходу валової енергії по мірі підвищення дози мінеральних добрив. Ці показники досягали максимуму за умови внесення найбільшої дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{90}$). Однак середньоранній гібрид Кадет практично не реагував на підвищення дози мінеральних добрив як збільшенням урожайності, так і зростанням виходу валової енергії. Різниця між варіантами удобрення за приходом валової енергії становила лише 0,5–1,4 %. Що стосується енергоємності 1 т насіння соняшнику, то розрахунки свідчать про зростання значень цього показника зі збільшенням дози мінеральних добрив.

Підсумовуючим показником енергетичної ефективності технологій вирощування гібридів соняшнику є енергетичний коефіцієнт, який відображає співвідношення енергії, акумульованої в урожаї, та вмісту енергії в агроресурсах, які були використані для забезпечення технологічного процесу із вирощування культури. Результати досліджень свідчать, що коефіцієнт енергетичної ефективності найвищий на варіанті без внесення добрив (6,20–6,48). Спостерігаємо, що внесення мінеральних добрив, збільшення їх дози супроводжувалося зменшенням цього показника порівняно з контролем. Серед варіантів удобрення найвищим є значення коефіцієнта енергетичної ефективності на варіанті із внесенням мінімальної дози мінеральних добрив (5,02–5,03). Стосовно гібридів соняшнику, то найвищим і практично однаковим є значення вищезазначеного показника у ранньостиглого гібрида Ореол та середньостиглого – Драйв. У середньораннього гібрида Кадет коефіцієнт енергетичної ефективності був нижчим порівняно з попередніми гібридами на 0,20–4,31 %.

Отже, на основі енергетичного аналізу встановлено, що в результаті внесення різних доз мінеральних добрив зазнає змін співвідношення частини основних структуроформуючих складових витрат сукупної енергії за технологією вирощування соняшнику. Їх використання забезпечує збільшення приходу валової енергії з одиниці площі посіву, але водночас відзначено зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності технології. Виявлено, що біоенергетичний коефіцієнт залежав і від групи стиглості гібридів, який у середньому за варіантами удобрення становив для ранньостиглого гібрида Ореол 4,95, середньораннього Кадет – 4,85, середньостиглого Драйв – 4,97. Залежність коефіцієнту енергетичної ефективності від групи стиглості гібридів спостерігали у дослідях, проведених у ДП ДГ «Корделівське» Інституту картоплярства НААН [9]. Г. В. Пінковський, С. П. Танчик зазначають, що показники економічної та енергетичної ефективності значною мірою залежать від

морфологічних особливостей гібридів соняшнику, щільності стеблостою на одиниці площі, строків сівби та ресурсного забезпечення технології вирощування [10]. Результати досліджень, одержані в умовах Правобережного Лісостепу, також підтверджують, що внесення високих доз мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{90}K_{90}$ зумовлює зменшення коефіцієнту енергетичної ефективності [5]. В. В. Кириченко зі співавторами [7] відзначають зростання енергоємності виробництва одиниці продукції за всіма показниками у разі збільшення дози добрив, а також зниження енергетичного коефіцієнту від 4,48 на контролі до 2,37 у варіанті із внесенням максимальної норми добрив. На їх думку, найбільш доцільно застосувати добрива дозами $N_{50}P_{30}K_{30}$ у передпосівну культивування та $N_{10}P_{10}K_{10}$ у рядки за умови сівби культури. Така система удобрення сприяла отриманню найвищого приросту валової енергії – 30901,11 МДж/га.

Висновки

На основі одержаного експериментального матеріалу встановлено, що проведення енергетичного аналізу технологій дає можливість зробити порівняння витрат сукупної енергії та її приходу із урожаєм, а також оптимізувати набір та параметри технологічних прийомів для забезпечення збільшення виходу валової енергії з одиниці площі. Виявлено, що внесення мінеральних добрив забезпечувало збільшення урожайності насіння гібридів соняшнику, але одержаний приріст врожаю від їх застосування не повністю окупив енергетичні витрати на придбання та внесення мінеральних добрив. Це супроводжувалося зниженням коефіцієнту енергетичної ефективності. Серед варіантів удобрення найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (5,02–5,03) одержано за умови внесення мінімальної дози мінеральних добрив $N_{30}P_{40}$.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу строків сівби, норм висіву насіння на біоенергетичну ефективність технології вирощування соняшнику.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., Hanhur, V. V., & Koretskyi, O. Ye. (2010). Enerhetychni zasady efektyvnoho vykorystannia resursiv u silskomu hospodarstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 14–18. [In Ukrainian]
2. Hanhur, V., Kosminskyi O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
3. Hanhur, V. V., Kosminskyi, O. O., & Mishchenko, O. V. (2021). Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 116–121. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.13>

4. Hanhur, V., & Kosminskyi, O. (2023). Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 5–9. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.01>
5. Hrabovskyi, M. B., Pavlichenko, K. V., Kozak, L. A., & Kachan, L. M. (2022). Enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy dlia vyrobnytstva biohazu za vykorystannia makro- i mikrodrobyv. *Zernovi Kultury*, 6, 1, 100–107. https://doi.org/10.31867/2_523-4544/0212 [In Ukrainian]
6. Kalinichenko, O. V. (2018). Teoretychna sutnist katehorii «enerhetychna efektyvnist» ta «enerhetychna efektyvnist u roslynnystvi». *Ekonomika APK*, 10, 86–95. [In Ukrainian]
7. Kyrychenko, V. V., Tymchuk, V. M., & Sviatchenko, S. I. (2014). Enerhetychna otsinka vyrobnytstva soniashnyku. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*, 21, 154–171. [In Ukrainian]
8. Medvedovskyi, O. K., & Ivanenko, P. I. (1988). *Enerhetychni analiz intensyvykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian]
9. Palamarchuk, V. D., & Kovalenko, O. A. (2019). Bioenergy assessment of the growing technology of maize hybrids depending on the influence factors. *Taurian Scientific Herald*, 107, 137–144. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.18>
10. Pinkovsky, G. V., & Tanchyk, S. P. (2019). Economic and energy efficiency of the improved elements of sunflower cultivation technology in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 39–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.04>
11. Totskyi, V., Hanhur, V., Onipko, V., Mishchenko, O., Kosminskyi, O., Poliakov, I., & Motrych, R. (2023). Influence of the fertilizer system on the biometric, productive and quality indicators of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 52–57. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.10>
12. Ushkarenko, V. O., Lazer, P. N., & Kaplin, O. O. (2003). Vplyv poperednykh ta ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na urozhainist skorostylykh hibrydiv soniashnyku pry zroshenni. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 25, 3–8. [In Ukrainian]
13. Shakalii, S. M. (2017). Formuvannia vrozhaivosti ta yakosti nasinnia soniashnyku zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Zernovi Kultury*, 1, 1, 69–74. [In Ukrainian]
14. Shevnikov, M. Ia., & Milenko, O. H. (2015). Bioenerhetychna otsinka vyroshchuvannia soi za riznykh tekhnolohii. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 94, 83–87. [In Ukrainian]
15. Andrusievich, K. V., Nazarenko, M. M., Lykholat, T. Y., & Grigoryuk, I. P. (2018). Effect of traditional agriculture technology on communities of soil invertebrates. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 33–40. https://doi.org/10.15421/2017_184
16. Awoke, T., & Anteneh, T. (2022). Evaluation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Varieties for Growth, Yield and Yield Components under Irrigation at Lowland Area of South Omo Zone, Southern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Aquaculture*, 4 (2). Retrieved from: <https://escientificpublishers.com/JAA-04-0044>
17. Kaya, Y. (2020). Sunflower Production in Blacksea Region: The Situation & Problems. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 4 (1), 147–155. <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2020.238.15>
18. Krestyaninov, Ye., Ermakova, L., & Antal, T. (2020). Economic and energy efficiency of maize cultivation depending on mineral fertilizers and foliar fertilization. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Privodokoristuvannâ Ukraini*, 5 (87). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006>
19. Li, S., Duan, Y., Guo, T., Zhang, P., He, P., & Majumdar, K. (2018). Sunflower response to potassium fertilization and nutrient requirement estimation. *Journal of Integrative Agriculture*, 17 (12), 2802–2812. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(18\)62074-x](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(18)62074-x)
20. Trotsenko, V., Kabanets, V., Yatsenko, V., & Kolosok, I. (2020). Models of sunflower productivity formation and their efficiency in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 40 (2), 72–78. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.2.9>

ORCID

V Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



© 2024 Hanhur V. and Kosminskyi O. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The impact of tillage on the yield of maternal lines of maize hybrids

M. Marenych | K. Koba✉

Article info

Correspondence Author

K. Koba

E-mail:

kristinakoba3@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Marenych, M., & Koba, K. (2024). The impact of tillage on the yield of maternal lines of maize hybrids. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 19–23. doi: 10.31210/spi2024.27.01.03

Tillage is a crucial agronomic operation in agriculture as it affects soil properties, the environment, and crop growth. This study compares different tillage methods for the 2021–2023 crop years, including ploughing, strip tillage, and deep loosening. The options were randomly placed. The research aimed to identify methods for increasing the yield of maize hybrid maternal lines by analyzing the influence of tillage methods. The results showed that the ploughing variants with the P1/380 mother line had the highest yield at 5.24 t/ha, which is 12 % more than strip till and 5.7 % more than deep loosening when growing the same line. In ploughing variants, the yield of the mother line of the P1/380 hybrid was 12 % higher than the other two tested lines. In Strip till variants, the yield was 4–14 % higher, and in deep loosening variants, it was 8–10 % higher. The line of the mother form of the P2/340 hybrid was quite stable in all tillage options. Thus, the highest yield on average for 2021–2023 was 4.70 t/ha for ploughing, which is only 3–6 % higher than other variants of the experiment. The lowest yield was recorded for the variants of cultivation of the mother line of the P3/280 hybrid, which yielded 3.96 t/ha in variants that used Strip till technology. Upon analysis of the average yield of the mother lines, it was discovered that the highest yield was obtained from the P1/380 cultivation variants, with a yield of 4.93 t/ha. This is 0.38 t/ha more than P2/340 and 0.59 t/ha more than P3/280. The average yield by cultivation methods is 4.32 t/ha for ploughing, 4.12 t/ha for deep loosening, and the lowest yield was observed for Strip till at 3.93 t/ha. The impact of each factor was established using multivariate analysis of variance. Genetic properties had the greatest influence on the yield (54 %), followed by the method of soil cultivation (41 %). It is recommended that further research be conducted to determine the impact of weather conditions on seed crop yields and the economic efficiency of technological processes.

Keywords: maize, hybrid maternal lines, tillage, ploughing, strip till, deep loosening, yield.

Вплив обробітку ґрунту на урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи

M. M. Маренич | K. B. Коба

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Обробіток ґрунту є однією з основних агротехнічних операцій у сільському господарстві через його вплив на властивості ґрунту, довкілля та ріст сільськогосподарських культур. У цьому дослідженні порівнювали різні способи обробітку ґрунту за 2021–2023 роки вирощування, а саме: оранка, Strip till, глибоке рихлення. Розміщення варіантів – рандомізоване. Метою досліджень було виявити шляхи підвищення урожайності материнських ліній гібридів кукурудзи на основі аналізу впливу способів обробітку ґрунту. На підставі результатів досліджень встановлено, що найбільшу урожайність було отримано на варіантах оранки з материнською лінією P1/380 – 5,24 т/га, що на 12 % більше ніж Strip till та на 5,7 % більше глибокого рихлення при вирощуванні цієї ж лінії. Урожайність материнської лінії гібрида P1/380 вище двох інших досліджуваних ліній на 12 % на варіантах оранки, 4–14 % на Strip till та на 8–10 % на глибокому рихленні. Найменша урожайність зафіксована на варіантах вирощування материнської лінії гібрида P3/280, що становить 3,96 т/га на варіантах з обробкою ґрунту за технологією Strip till. Аналізуючи середню врожайність материнських ліній, з'ясували, що найвищий показник отримано на варіантах вирощування P1/380 – 4,93 т/га, що на 0,38 т/га більше P2/340 та на 0,59 т/га – P3/280. Середня урожайність за способами обробітку становить 4,32 т/га на оранці, 4,12 т/га на глибокому рихленні та найнижча на варіантах Strip till 3,93 т/га. За допомогою багатofакторного дисперсійного аналізу встановлена орієнтовна величина впливу кожного фактору окремо, де найбільший вплив на урожайність 54 % мали генетичні властивості, другим за важливістю є спосіб обробітку ґрунту – 41 %. Зроблено висновок про доцільність подальших досліджень для конкретизації впливу погодних умов на формування урожайності насінницьких посівів та визначення економічної ефективності технологічних процесів.

Ключові слова: кукурудза, материнські лінії гібридів, обробіток ґрунту, оранка, Strip till, глибоке рихлення, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Маренич М. М., Коба К. В. Вплив обробітку ґрунту на урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 19–23.

Вступ

Кукурудза є одною з найурожайніших зернових культур у світі [1]. У разі дотримання відповідних технологій вирощування сучасні гібриди дають змогу отримувати урожаї понад 10 т/га [2, 3]. Водночас вирощування материнських ліній гібридів кукурудзи вимагає більших затрат праці та характеризується значно меншою врожайністю. Внаслідок морфологічних особливостей лінії відрізняються низькою енергією проростання та досить слабким стартовим ростом [4].

Системи обробітку ґрунту можуть суттєво впливати на урожайність та якість кукурудзи через їхній вплив на вологість, аерацію, температуру та доступність поживних речовин [5, 6]. Правильно підібрана система обробітку ґрунту є важливим складником у формуванні високої продуктивності будь-якої культури, зокрема і материнських ліній гібридів кукурудзи [7–9].

У багатьох наукових працях вказують, що обробіток ґрунту є одним із найважливіших процесів у сільському господарстві [10–13]. Його проводять загалом для розпушування верхнього шару ґрунту, змішування ґрунту з добривами та органічними рештками, для боротьби з бур'янами, а також для створення бажаної структури ґрунту та насінневого ложа для проростання та росту рослин [13].

Системи обробітку ґрунту є специфічними для кожного поля і залежать від культури, типу ґрунту, клімату та багатьох інших факторів [14–16]. Традиційною системою основного обробітку є оранка. Це технологічний процес з переворотом пласта ґрунту в поперечній площині на певний кут відносно горизонту. Зазвичай оранку проводять восени, після повного збору врожаю [17].

Відомо, що інтенсивний обробіток ґрунту пов'язаний із негативним впливом на довкілля, наприклад, ерозією верхнього шару ґрунту через використання важкої техніки [18]. Ефективна програма обробітку ґрунту захищає його від водної та вітрової ерозії, руйнує тверді пласти або ущільнені шари, які можуть обмежувати розвиток коренів і дозволяє підтримувати або навіть збільшувати вміст органічних речовин [19–21].

Стресові чинники, такі як посуха, екстремально високі температури та короточасне надходження вологи, негативно впливають на кукурудзу [22–24]. За таких умов господарства частково переходять до використання технології Strip till [25–28]. Технологія Strip till тимчасово зупиняє зниження вологи та запобігає ерозії. За допомогою доступного кисню та вологи вона створює ідеальне середовище для процесу розкладання органічної речовини та сприяє вивільненню поживних речовин [29–31]. Застосування Strip till є перспективним напрямом, адже завдяки такому способу є можливість заощадити на паливі, оскільки ґрунт не повинен оброблятися на всій поверхні [32, 33].

У сучасних умовах багато господарств проводять обробіток ґрунту, не усвідомлюючи впливу цих операцій на фізичні властивості ґрунту та реакції

рослин на них. Внаслідок інтенсивної сільськогосподарської діяльності утворюється твердий шар ґрунту, який негативно впливає на проникнення коренів, об'ємну вагу, пористість та поживний стан ґрунту, що опосередковано знижує врожайність сільськогосподарських культур. У теорії і виробництві відсутня чітка позиція щодо застосування під сільськогосподарські культури того чи того способу основного обробітку ґрунту [32, 34].

Питання оптимізації системи обробітку ґрунту в технології вирощування материнських ліній гібридів кукурудзи в сучасних умовах є досить актуальним. Зважаючи на важливість кукурудзи, було проведено багато досліджень щодо способів обробітку ґрунту, але все ще існує потреба у визначенні найкращих для забезпечення сталого виробництва кукурудзи та збереження родючих властивостей. У цьому дослідженні порівнювали різні способи обробітку ґрунту, щоб визначити найбільш оптимальну та доцільну практику такого обробітку для вирощування материнських ліній гібридів кукурудзи.

Мета дослідження

Мета досліджень – виявити шляхи підвищення урожайності насіння материнських ліній гібридів кукурудзи на основі аналізу впливу способів обробітку ґрунту.

Завдання досліджень: дослідити вплив обробітку ґрунту на врожайність насінневих посівів кукурудзи.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводили в умовах нестійкого зволоження Центрального Лісостепу.

Материнські лінії: Р1/380 – середньопізній (ФАО 380), зубоподібний тип зерна. Рослина з високим кріпленням качана та стійкістю до стеблового вилягання. Характеризується відмінною вологовіддачею та посухостійкістю, придатна до монокультури та мінімального обробітку ґрунту. Рекомендовані оптимальні строки сівби в Лісостеповій та Степовій зонах.

Р2/340 – середньостиглий (ФАО 340). Має добрий стартовий розвиток та відмінну посухостійкість. Стійкість до сажкових хвороб 6/9. Не придатний до пізнього збирання та загущення. Рекомендовані оптимальні строки сівби – (кінець квітня – перша половина травня), зона вирощування – Лісостеп.

Р1/280 – середньоранній (ФАО 280). Тип зерна – зубовий. Характеризується відмінною вологовіддачею та доброю посухостійкістю, придатний до монокультури. Не рекомендоване пізнє збирання. Висівати варто в оптимальні строки. Зони вирощування: Лісостеп та Полісся.

Ґрунти дослідної ділянки мали таку характеристику.

Вміст гумусу в орному шарі близько 3,8–4,2%. Запаси гумусу в метровому шарі досягають 50–550 т/га. Вміст рухомого фосфору – 22 мг, обмінного калію – 290 мг/кг ґрунту. Вміст нітратного азоту перед посівом 9,8–10,2 мг, рухомого фосфору – 24,3 мг, обмінного калію – 264 мг на 1 кг ґрунту, що відповідає низькій за

безпеченості азотом та середній – фосфором та калієм. Запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту близько 110–140 мм.

Ґрунти відрізняються високою ємністю поглинання, обумовленою високим вмістом високодисперсних мулистих частин. Ємність поглинання орного шару 40 мг екв./100г ґрунту. Чорноземи мають доволі щільний склад 1,15–1,36 г/см³. Реакція ґрунтового розчину – від слабкокислої до нейтральної, рН=5,9–7,1.

Ґрунти характеризуються високою природною родючістю. Широко використовуються в сільському господарстві для вирощування високоякісних зернових, технічних та олійних культур.

При визначенні урожайності материнської лінії кукурудзи в роки досліджень вивчали материнські лінії різних груп стиглості – P1/380, P2/340, P3/280 (фактор А); способи обробітку – оранка, Strip till, глибоке рихлення (фактор В). Облікова площа ділянки 1 га. Трикратна повторність. Розміщення варіантів – рандомізоване.

Таблиця 1

Урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи залежно від способу обробітку ґрунту, т/га (2021–2023 рр.)

Материнська лінія	Спосіб обробітку ґрунту		
	Оранка	Strip till	Глибоке рихлення
P1/380	5,24	4,62	4,94
P2/340	4,70	4,41	4,54
P3/280	4,63	3,96	4,43
HP ₀₅	Материнська лінія (фактор А)		0,1
HP ₀₅	Спосіб обробітку ґрунту (фактор В)		0,11
HP ₀₅	А*В		0,18

Лінія материнської форми гібрида P2/340 була досить стабільною на усіх варіантах обробітку ґрунту. Найбільша урожайність у середньому за 2021–2023 роки становила 4,70 т/га на оранці, що всього на 3–6 % вище інших варіантів досліді. Проте в умовах насінництва, де рахується кожна посівна одиниця, навіть така незначна перевага має велике значення.

Найменша урожайність зафіксована на варіантах вирощування материнської лінії P3/280, що становить

Для оранки використовували Плуг Lemken Vari Diamant 11 7+1, Strip till – Dawn Pluribus V Strip-till, глибокого рихлення – агрегат глибокорозпушувач АГР-2,4. Оранку проводили восени на глибину 25 см. Strip till нарізали смуги за 2–3 дні перед посівом на глибину 8 см, ширина смуги 18 см. Глибоке рихлення проводили восени на глибину 27 см.

Результати та їх обговорення

Аналіз даних досліджень показує, що в середньому за роки досліджень найбільшу урожайність було отримано на варіантах оранки з материнською лінією P1/380 – 5,24 т/га, що на 12 % більше, ніж Strip till та на 5,7 % більше глибокого рихлення при вирощуванні цієї ж лінії.

Урожайність материнської лінії гібрида P1/380 вище двох інших досліджуваних ліній на 12 % на варіантах оранки, 4–14 % на Strip till та на 8–10 % на глибокому рихленні (табл. 1).

3,96 т/га на варіантах з обробкою ґрунту за технологією Strip till. На варіантах з оранкою спостерігалася урожайність більша на 0,67 т/га і склала 4,63 т/га, а на варіантах глибокого рихлення більшою відповідно на 0,2 т/га і становила 4,43 т/га.

Обробка результатів досліджень дала змогу встановити показники урожайності материнських ліній гібридів кукурудзи по кожному фактору окремо (рис. 1).

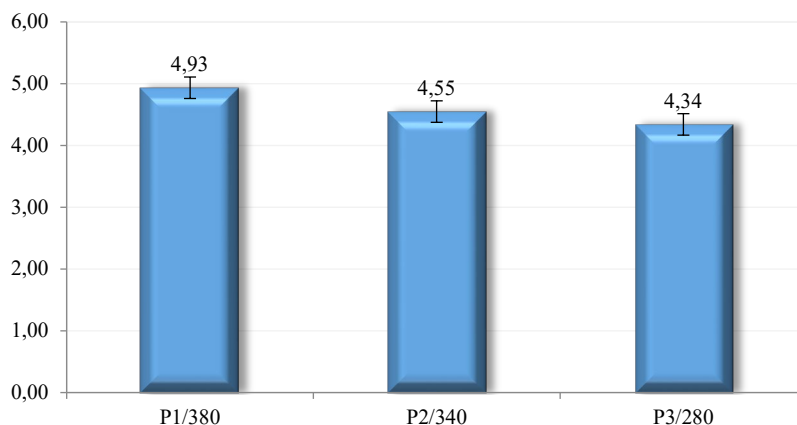


Рис. 1. Урожайність материнських ліній залежно від генетичних властивостей, т/га

Аналізуючи середню врожайність материнських ліній, встановлено, що найвищий показник отримано на варіантах вирощування P1/380 – 4,93 т/га, що на 0,38 т/га більше P2/340 та на 0,59 т/га – P3/280.

Середня урожайність за способами обробітку становить 4,32 т/га на оранці, 4,12 т/га на глибокому рихленні та найнижча на варіантах Strip till 3,93 т/га (рис. 2).

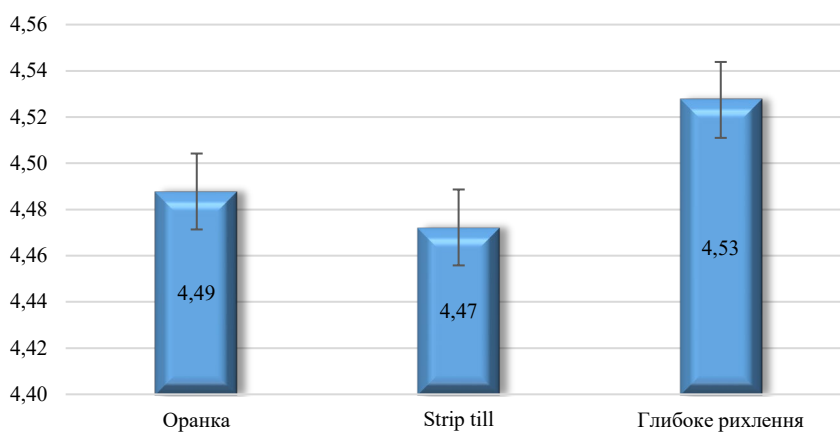


Рис. 2. Середня урожайність за способами обробітку, т/га

За допомогою багатофакторного дисперсійного аналізу з'ясовано орієнтовну величину впливу кожного фактору окремо. Найбільший вплив на урожайність кукурудзи мали генетичні

властивості ліній – 54 %. Спосіб обробітку ґрунту впливає на урожайність і становить 41 %. Найменший вплив – 5 % – мала взаємодія факторів (рис. 3).

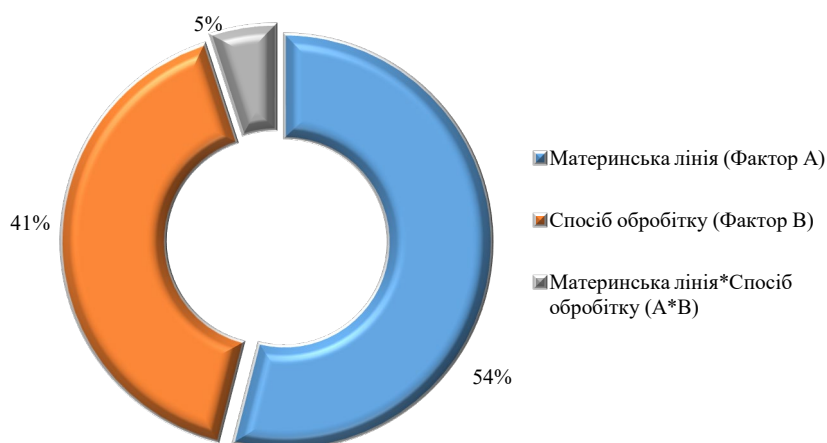


Рис. 3. Частка впливу факторів вирощування на формування урожайності насіння

Висновки

Виявлено вплив способів обробітку ґрунту на урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи, де з'ясовано, що за допомогою правильно підбраного способу обробітку ґрунту можна збільшувати урожайність насінницьких посівів на 3–15 %. Високі показники урожайності можна отримувати за допомогою оранки, дещо нижчі – на глибокому рихленні, що показало різницю в урожайності 0,29–0,61 т/га. Використовувати Strip till рекомендовано тільки за умови, що материнські лінії гібридів кукурудзи є генетично толерантними до різних способів обробітку ґрунту.

Аналізуючи генетичні властивості, виявлено, що найвища урожайність 4,93 т/га отримана на материнській лінії Р1/380, а найнижча – при вирощуванні Р3/280 – 4,34 т/га. Зважаючи на всі досліджувані фактори методом багатофакторного дисперсійного аналізу, встановлено, що найбільший вплив на урожайність – 54 % – мали генетичні властивості, другим за важливістю є спосіб обробітку ґрунту – 41 %.

Перспективи подальших досліджень. За допомогою отриманих даних визначено основні напрями

покращення ефективної системи основного обробітку ґрунту. Програмою подальших досліджень також є вивчення впливу конкретних погодних умов на формування урожайності насінницьких посівів; визначення економічної ефективності технологічних процесів.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Ranum, P., Pablo, J. P., & Nieves, M. G. (2014). Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312, 105–112. <https://doi.org/10.1111/nyas.12396>
- Semenda, D., Semenda, E., & Semenda, O. (2020). Current state and ways of increasing the economic efficiency of corn grain production. *Agrosvit*, 3, 43. <https://doi.org/10.32702/2306-6792-2020.3.43>
- Polishchuk, M., & Khavkhun, A. (2023). Shliakhy pidvyshchennia vrozhaivosti hibrydiv kukurudzy v umovakh poteplinnia klimatu. *Podilskiy Visnyk: Silske Hospodarstvo, Tekhnika, Ekonomika*, 39, 54–58. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.8> [in Ukrainian]
- Bahatchenko, V., & Zhemoida, V. (2015). Pidvyshchennia nasinnievoi produktyvnosti batkivskykh komponentiv – osnova

- vysokykh vrozhaiv kukurudzy. *Stan i perspektyvy rozvytku seleksii ta nasynnytstva kukurudzy v umovakh zminy klimatu: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Kharkiv, (7–9 lypnia 2015 r.)*. (pp. 15–16) NAAN, Instytut roslinnytstva im. V. Ia. Yurieva. Kharkiv, 15–16. [in Ukrainian]
5. Wang, S., Wang, H., Zhang, Y., Wang, R., Zhang, Y., Xu, Z., Jia, G., Wang, X., & Li, J. (2018). The influence of rotational tillage on soil water storage, water use efficiency and maize yield in semi-arid areas under varied rainfall conditions. *Agricultural Water Management*, 203, 376–384. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.007>
 6. Len, O. I., Totskiy, V. M., Hanhur, V. V., & Yermko, L. S. (2021). The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
 7. Pisarenko, P., & Andrienko, I. (2018). Influence of moistening conditions and methods of basic tillage on maize productivity in the southern Steppe of Ukraine. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 2018 (3). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.020>
 8. Vozhegova, R., Malyarchuk, A., Reznichenko, N., & Kotelnikov, D. (2021). Effect of different basic tillage and fertilizer systems on corn grain yield, when irrigating in the south of Ukraine. *Land Reclamation and Water Management*, 1, 128–135. <https://doi.org/10.31073/mivg202101-285>
 9. Bala, M., & Zakharchenko, E. (2022). Which ways of soil tillage are the best for crops? *Scientific-practical conference II International Scientific and Theoretical Conference «Science of XXI century: development, main theories and achievements»*, (Helsinki, 24. 06. 2022), 1, 80–82.
 10. Huynh, H. T., Hufnagel, J., Wurbs, A., & Bellingrath-Kimura, S. D. (2019). Influences of soil tillage, irrigation and crop rotation on maize biomass yield in a 9-year field study in Müncheberg, Germany. *Field Crops Research*, 241, 107565. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107565>
 11. Porwollik, V., Rolinski, S., Heinke, J., & Müller, C. (2019). Generating a rule-based global gridded tillage dataset. *Earth System Science Data*, 11, 823–843. <https://doi.org/10.5194/essd-11-823-2019>
 12. Kovalenko, I., & Masyk, I. (2018). Vplyv tekhnologii vyroshchuvannya kukurudzy na zerno na urozhainist ta ekonomichnu efektyvnist v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk: «Silkohospodarski Nauky»*, 99, 67–76. [in Ukrainian]
 13. Boincean, B., & Dent, D. (2019). Tillage and conservation agriculture. *Farming the Black Earth*, 125–149. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22533-9_6
 14. Savchenko, V. O., Kobak, S. Ya., & Panasiuk, O. Ya. (2016). Vplyv obrobittu gruntu ta spivvidnoshennia posiviv soi i kukurudzy v korotkorotatsiynnykh sivozminakh na shchilnist gruntu v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Silke Hospodarstvo ta Lisivnytstvo*, 3, 23–31. [in Ukrainian]
 15. Datsko, O. M., & Zakharchenko, E. A. (2022). The characteristics of tillage methods under maize cultivation. *Agrarian Innovations*, 13, 46–52. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.13.7>
 16. Gangur, V. V., Yermko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 117, 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>
 17. Shinoto, Y., Fujisao, K., Otani, R., Maruyama, S., & Matsunami, T. (2019). Effects of plowing on root system and root lodging of maize (*Zea mays* L.) in upland fields converted from paddy fields in Gleysol. *Root Research*, 28 (4), 59–67. <https://doi.org/10.3117/rootres.28.59>
 18. Chalise, D., Kumar, L., Sharma, R., & Kristiansen, P. (2020). Assessing the impacts of tillage and mulch on soil erosion and corn yield. *Agronomy*, 10, 63. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010063>
 19. Liu, Z., Gu, H., Liang, A., Li, L., Yao, Q., Xu, Y., Liu, J., Jin, J., Liu, X., & Wang, G. (2022). Conservation tillage regulates the assembly, network structure and ecological function of the soil bacterial community in black soils. *Plant and Soil*, 472 (1–2), 207–223. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-05219-x>
 20. Chalise, D., Kumar, L., Sharma, R., & Kristiansen, P. (2020). Assessing the impacts of tillage and mulch on soil erosion and corn yield. *Agronomy*, 10 (1), 63. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010063>
 21. Debska, B., Jaskulska, I., & Jaskulski, D. (2020). Method of tillage with the factor determining the quality of organic matter. *Agronomy*, 10 (9), 1250. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091250>
 22. Simić, M., Dragičević, V., Kresović, B., Kovačević, D., Dolijanović, & Ž., Brankov, M. (2019). The effectiveness of soil tillage systems in maize cultivation under variable meteorological conditions of central Serbia. In *Proceedings of the 10th International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2019”*, (Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 3–6 October). (pp. 574–579). University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture: East Sarajevo, Republic of Srpska.
 23. Novokhatskiy, M., Serdiuchenko, N., & Bondarenko, O. (2019). Resursozberihaiuchi tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur v umovakh zminy klimatu. *Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy: zbirnyk naukovykh praktyk UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho*, 24, 38. [in Ukrainian]
 24. Shevchenko, O., & Snizhko, S. (2019). Climate change and ukrainian cities: manifestations and projections on 21st century based on rcp-scenarios. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geography*, 75, 11–18. <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2019.75.2>
 25. Shustik, L., Hromadska, V., Marynina, L., Nehuliaieva, N., & Suprun, V. (2017). Shliakhy realizatsii tekhnologii smuhovoho obrobittu gruntu v malykh i serednykh hospodarstvakh. *Tekhnika i Tekhnologii APK*, 11, 16–20. [in Ukrainian]
 26. Tykhonenko, O., Pohorila, V., & Hromadska, V. (2018). Ekonomichna ekspertyza tekhnologii STRIP-TILL v umovakh hospodariuvannya. *Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*, 22, 275–282. [in Ukrainian]
 27. Tokarchuk, D., & Furman, I. (2020). Suchasni enerhoefektyvni tekhnologii v APK Ukrainy. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: Aktualni Pytannia Nauky i Praktyky*, 4, 99–116. [in Ukrainian]
 28. Volkov, A., Kyrylov, N., & Prokhorova, L. (2018). Resursozberihaiuche vyrobnytstvo kukurudzianova. *Aktualni Pytannia Vdoskonalennia Tekhnologii Vyrobnytstva ta Pererobky Produktii Silskoho Hospodarstva*, 2, 425–428. [in Ukrainian]
 29. Ulanchuk, V., & Zahrebelnyi, B. (2017). Innovatsiini tekhnologii obrobittu gruntu ta efektyvnist yikh zastosuvannya pry vyroshchuvanni zernovykh kultur na Cherkashchyni. *Modern Economics*, 6, 210–220. [in Ukrainian]
 30. Jaskulska, I., & Jaskulski, D. (2019). Change in soil properties after 5 years of using strip-till technology. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources*, 65, 193–195.
 31. Jaskulska, I., Romaneckas, K., Jaskulski, D., Gałczewski, L., Breza-Boruta, B., Dębska, B., & Lemanowicz, J. (2020). Soil properties after eight years of the use of strip-till one-pass technology. *Agronomy*, 10 (10), 1596. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101596>
 32. Fernandez, F., Sorensen, B., & Villamil, M. (2015). A comparison of soil properties after five years of no-till and strip-till. *Agronomy Journal*, 107, 1339–1346. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0549>
 33. Lekavičienė, K., Šarauskis, E., Naujokienė, V., Buragienė, S., & Kriaučiūnienė, Z. (2019). The effect of the strip tillage machine parameters on the traction force, diesel consumption and CO₂ emissions. *Soil and Tillage Research*, 192, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.05.002>
 34. Zhang, Y., Wang, S., Wang, H., Ning, F., Zhang, Y., Dong, Z., Wen, P., Wang, R., Wang, X., & Li, J. (2018). The effects of rotating conservation tillage with conventional tillage on soil properties and grain yields in winter wheat-spring maize rotations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 263, 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.08.012>

ORCID

M. Marenych  <https://orcid.org/0000-0002-8903-3807>
 K. Koba  <https://orcid.org/0009-0003-8223-4862>



© 2024 Marenych M. and Koba K. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Effect of soil cultivation systems and the degree of saturation of crop rotations with sugar beet on the level of yield and quality of sugar beet roots

V. Hanhur ✉ | V. Filonenko

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangu@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Hanhur, V., & Filonenko, V. (2024). Effect of soil cultivation systems and the degree of saturation of crop rotations with sugar beet on the level of yield and quality of sugar beet roots. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 24–29. doi: 10.31210/spi2024.27.01.04

The researchers conducted under the conditions of a long-term stationary experiment at the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavylow were found that the saturation of crop rotations with sugar beet crops from 10 to 20 and 30 % did not significantly affected the yield of sugar beet roots. The differences in yield between the control (10 %) and the sugar beet's percentage in the crop rotation of 20 % and 30 % were 0.2 and 1.7 t/ha or 0.5–4.0 % for moldboardless tillage, and 0.4 and 1.3 t/ha or 0.9–3.0 % for the combined method of basic tillage, respectively. It was found that the increase in the degree of saturation of crop rotations with sugar beet from 10 to 20 and 30 % is followed by an increase in the sugar content in the roots of the crop, respectively, by 0.8 and 1.1 % (absolute) or 4.6 and 6.3 % (relative) on the background of moldboardless tillage and by 0.7–0.8 % (absolute) or 4.5 and 4.0 % (relative). The highest level of sugar content of sugar beet roots, 18.6 %, was observed in field crop rotation, where the percentage of the crop in the structure of sown areas is 30 % under moldboardless tillage. It indicates that in the conditions of unstable moisture of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine on chernozem soils of the first ecological and technological group, in raw material areas of sugar factories, it is permissible to saturate crop rotations with sugar beet by 30%. Based on the results of the research, it was found that the implementation of moldboardless basic tillage in the crop rotation did not significantly reduce the yield of sugar beet roots compared to the combined method (plowing for sugar beet and corn and moldboardless multi-depth tillage for crops of continuous sowing method). At the same time, on average, the yield of root crops ranged from 40.5 to 41.6 t/ha. The highest sugar yield was obtained with the combined method of basic tillage in crop rotation, but this is only 0.17 t/ha or 2.2 % more compared to tillage with machines with moldboard-type working tools. Among the studied crop rotations, the maximum sugar yield of 7.85 t/ha was recorded when it was saturated with sugar beet crops by 20 %.

Keywords: sugar beet (*Beta vulgaris* L.), crop rotation, sugar saturation, soil tillage, yield, sugar content, sugar yield.

Вплив систем обробітку ґрунту та ступеня насичення сівозмін буряком цукровим на рівень урожайності та якість коренеплодів

В. В. Гангур | В. С. Філоненко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Дослідження, проведені в умовах тривалого стаціонарного досліду на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова, свідчать, що насичення сівозмін посівами буряка цукрового від 10 до 20 і 30 % істотно не позначилося на урожайності коренеплодів культури. Відмінності за урожайністю між контролем (10 %) і часткою культури у сівозміні 20 і 30 % становили, відповідно 0,2 і 1,7 т/га або 0,5–4,0 % за умови безпліцевого та 0,4 і 1,3 т/га або 0,9–3,0 % у разі комбінованого способу основного обробітку ґрунту. Виявлено, що збільшення ступеня насичення сівозмін буряком цукровим із 10 до 20 і 30 % супроводжується підвищенням вмісту цукру у коренеплодах культури, відповідно на 0,8 і 1,1 % (абсолютних) або 4,6 і 6,3 % (відносних) на фоні безпліцевого обробітку ґрунту та на 0,7–0,8 % (абсолютних) або 4,5 і 4,0 % (відносних). Це свідчить про те, що в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземних ґрунтах першої еколого-технологічної групи у сировинних зонах цукрових заводів допустимим є насичення сівозмін буряком цукровим на 30 %. На підставі результатів досліджень виявлено, що проведення безпліцевого основного обробітку ґрунту у сівозміні не зумовлювало істотне зниження урожайності коренеплодів буряка цукрового порівняно із комбінованим способом (оранка під буряк цукровий і кукурудзу та безпліцевий різноглибинний під культури суцільного способу сівби). За такої умови у середньому урожайність коренеплодів перебувала в межах від 40,5 до 41,6 т/га. Найвищий збір цукру одержано за умови комбінованого способу основного обробітку ґрунту у сівозміні, однак це лише 0,17 т/га або 2,2 % більше порівняно із обробітком ґрунту знаряддями з робочими органами безпліцевого типу. Серед сівозмін, що вивчали, максимальний збір цукру 7,85 т/га відзначено за умови їх насичення посівами буряка цукрового на 20 %.

Ключові слова: буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.), сівозміна, насичення, обробіток ґрунту, урожайність, цукристість, збір цукру.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Філоненко В. С. Вплив систем обробітку ґрунту та ступеня насичення сівозмін буряком цукровим на рівень урожайності та якість коренеплодів. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 24–29.

Вступ

Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) є порівняно молодою культурою відносно тривалості періоду культивування людством переважної більшості рослин. На думку науковців, буряк цукровий – це результат прискореного селекційного процесу. Уперше як сільськогосподарська культура він з'явився на Європейському континенті 1801 р. В Україні вирощування цієї важливої цукровмісної культури започатковано з 1820 р., а вже через 20 років Україна стала головним регіоном, де було зосереджено виробництво цукру [13].

Значний внесок у наукове забезпечення бурякоцукрової галузі, зокрема у селекцію, зробив професор Харківського університету А. С. Зайкевич [5]. Він з'ясував, що незважаючи на зворотну залежність цукристості від маси коренеплодів, все-таки трапляються коренеплоди з великою масою і високим вмістом цукру. Безпосередньо на дослідних ділянках А. С. Зайкевича 1882 р. було вирощено коренеплоди буряка цукрового із цукристістю 21 % та з доброякісністю соку на рівні 90 %. Одним із вагомих результатів роботи вченого є створення в Україні дослідно-селекційних станцій, зокрема Уладово-Люлинецької (1888 р.), Немерчанської (1893 р.), Іванівської (1897 р.), Ялтушківської (1898 р.), Верхняцької (1899 р.). Приоритетним напрямом діяльності цих науково-дослідних установ було створення нових сортів буряка цукрового та відпрацювання основних елементів регіональної технології вирощування [13].

Упродовж останнього десятиріччя основні площі посівів буряка цукрового зосереджено у зоні Лісостепу, де їх частина у загальній площі посівів культури по Україні становить 70,4 %. У зоні Степу та Полісся сконцентровано, відповідно 6,9 та 22,7 % посівів культури відносно загальноукраїнської площі [7].

Перманентні зміни клімату та мінливість погодних умов спонукають практичне виробництво до постійної адаптації та впровадження інновацій у технологічні процеси для створення найбільш сприятливих умов, щоби максимально реалізувати продуктивний потенціал сортів і гібридів буряка цукрового.

Правильне чергування польових культур у сівозмінах одночасно із раціональною системою застосування добрив та обробітком ґрунту, орієнтованим на біологічні вимоги культурних рослин, є найбільш важливими елементами в технологіях вирощування, зокрема і буряка цукрового [6, 9, 24, 28].

Зважаючи на високу концентрацію буряківництва у зонах із найбільш сприятливими умовами вирощування, особливо постає питання оптимального насичення сівозмін буряком цукровим. Наукові дослідження свідчать, що внаслідок скорочення періоду повторного повернення культури на попереднє поле спостерігається погіршення фітосанітарного стану посівів, зокрема посилене розмноження, поширення специфічних хвороб і шкідників та збільшення їхньої шкодочинності [3, 8].

У дослідях, які проведено в умовах зони із достатнім зволоженням, виявлено, що за умови внесення оптимальних норм органічних і мінеральних добрив

можливим є збільшення частки посівів буряка цукрового у сівозмінах від 20 до 30 %. Це дозволить збільшити виробництво коренеплодів практично без зниження врожайності й валових зборів інших культур сівозміни [2, 19].

На думку науковців, які проводили дослідження у зоні нестійкого зволоження, допустима частина буряка цукрового у структурі посівних площ сівозміни становить 15–18 %. За умови збільшення насичення сівозмін культурою спостерігали відчутне погіршення вологозабезпеченості рослин. У разі виникнення потреби у збільшенні обсягів виробництва коренеплодів буряка цукрового можливим є підвищення рівня концентрації посівів культури у південних і південно-західних районах вище зазначеної зони до 20, а в північних – до 25 % (на полях із близьким заляганням ґрунтових вод – до 30 %) [1, 4].

Наукові дослідження, які проведено в умовах зони недостатнього зволоження південно-східного Лісостепу, свідчать, що частину площі буряка цукрового у структурі посівів сівозмін доцільно збільшити до 20 %, зокрема за рахунок концентрації їх у агроформуваннях, які розміщені біля цукрових заводів [13, 16].

Значна кількість науковців вважають, що саме правильно підібраний спосіб обробітку ґрунту та якісне його виконання сприяє не лише підвищенню загальної культури землеробства, але й забезпечує поліпшення водно-повітряного, теплового і поживного режимів. Раціональний обробіток ґрунту є дієвим заходом регулювання агрофізичних, біологічних та агрохімічних процесів, які відбуваються у ґрунтового середовищі, зокрема активність трансформації рослинних решток в органічну речовину, нагромадження вологи у кореневмісному шарі ґрунту, доступність елементів живлення із внесених добрив. Водночас обробіток ґрунту відносять до одного із найбільш ефективних агротехнічних прийомів впливу на забур'яненість посівів, поширення шкідників і хвороб буряка цукрового [25–27, 29–31]. Окремі дослідники надають перевагу проведенню полицевого обробітку на 30–32 см у технології вирощування буряка цукрового, в результаті чого можна отримати високий рівень урожайності та якості коренеплодів [10, 11, 14]. Відтак проведення під буряк цукровий глибокої зяблевої оранки на глибину 28–30 см забезпечило залежно від рівня внесення добрив формування урожайності коренеплодів у межах 25,9–89,2 т/га, а за умови мілкого безполицевого розпушування на 14–16 см відзначено збільшення продуктивності культури на 0,6–1,7 т/га. Результати цих досліджень свідчать, що в умовах Західного Лісостепу України проведення мілкого безполицевого обробітку ґрунту на 14–16 см сприяє одержанню урожайності та цукристості коренеплодів буряка цукрового практично на рівні варіанта із глибокою зяблевою оранкою на 28–30 см [14, 15].

Водночас результати досліджень Я. П. Цвєя, М. В. Тищенка [23] свідчать, що довготривале розпушування ґрунту на глибину 12–14 см зумовлювало зниження врожайності коренеплодів культури на 1,6 т/га, а вихід цукру – на 0,25 т/га. У разі поєднання у сівозміні мілкого обробітку та оранки на 28–30 см зниження врожайності було менш вираженим.

Згідно з експериментальними даними, одержаними в умовах Тернопільської області, виявлено, що оптимальним способом основного обробітку ґрунту у ланці польової сівозміни є різноглибинна оранка. Також спостерігаємо, що зменшення глибини полицевого обробітку до 10–12 см, а також використання його разом із поверхневим, плоскорізним, фрезерним розпушуванням ґрунту призводило до зниження не лише врожайності культур, але й загальної продуктивності ланки сівозміни [12].

Отже, більшість дослідників роблять висновок про важливе значення оптимального ступеня насичення сівозмін буряком цукровим, особливо в регіонах із максимальною концентрацією посівів культури. Відносно способу та глибини основного обробітку ґрунту під буряк цукровий, то значна частина науковців вважає, що більш доцільною є оранка на глибину 28–30 см, хоча окремі результати свідчать про рівноцінність як глибокого полицевого розпушування, так і мілкого безполицевого обробітку ґрунту на 14–16 см за умови достатнього зволоження ґрунту. Такий підхід потребує наукового обґрунтування допустимої концентрації культури у структурі посівів сівозміни за умови розміщення у сировинних зонах цукрових заводів, а також удосконалення системи основного обробітку ґрунту.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив ступеня насичення сівозмін буряком цукровим та способів основного обробітку ґрунту на урожайність і цукристість коренеплодів культури.

Завдання дослідження: дослідити вплив частки буряка цукрового у структурі посівних площ сівозміни на урожайність коренеплодів та їх цукристість; вивчити вплив способів основного обробітку ґрунту у сівозміні на рівень продуктивності буряка цукрового та вміст цукру.

Матеріали і методи

Польові дослідження проводили впродовж 2010–2022 рр. в умовах тривалого стаціонарного дослідження на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції імені М. І. Вавилова. Земельний масив

дослідного поля представлено чорноземом типовим малогумусним важкосуглинковим. Згідно з даними аналітичних досліджень для цього типу ґрунту властиві такі агрохімічні показники: в шарі ґрунту 0–20 см міститься 4,1 % гумусу; лужногідро-лізованого азоту – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Коновою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою). Реакція ґрунтового розчину слабо-кисла (рН сольової витяжки – 6,2). Схема дослідів включала три варіанти польових сівозмін із частиною посівів буряка цукрового 10, 20, 30 % (чинник А) та два способи основного обробітку ґрунту в сівозмінах (чинник В), зокрема безполицевий (під всі культури сівозміни) та комбінований (оранка під буряк цукровий і кукурудзу, відповідно на глибину 30–32 і 25–27 см та безполицевий різноглибинний під культури суцільного способу сівби). Незалежно від кількості полів буряка цукрового у сівозмінах попередником його була пшениця озима. Система удобрення буряка цукрового у сівозмінах наведена в таблиці 1.

Посівна площа дослідної ділянки – 172,8 м², а облікової – 64,8 м². Повторність експериментальних варіантів чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Технологія вирощування буряка цукрового в досліді була загальноприйнятою для регіону, окрім елементів, які вивчали. Збирання врожаю коренеплодів проводили вручну з облікової площі ділянки, а облік гички – методом пробних рослин. Цукристість коренеплодів буряка визначали за допомогою поляриметра (холодна дегістія), а вміст сухих речовин – рефрактометра.

Результати та їх обговорення

Узагальнювальним показником доцільності насичення сівозмін буряком цукровим і вибору найбільш доцільного способу основного обробітку ґрунту є досягнутий рівень урожайності коренеплодів (табл. 1).

Згідно з результатами досліджень тривалого стаціонарного дослідження спостерігали тенденцію, яка свідчить про зменшення урожайності коренеплодів буряка цукрового по мірі збільшення насиченості сівозмін культурою.

Таблиця 1

Урожайність коренеплодів буряка цукрового залежно від ступеня насичення сівозміни та способу основного обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2010–2022 рр.)

№ вар.	Частка культури у сівозміні, % (чинник А)	Система удобрення, т/га, кг/га д.р.	Спосіб основного обробітку ґрунту (чинник В)	Урожайність, т/га
3.	10	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	безполицевий	42,6
3а.		N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	комбінований	43,8
2.	20	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	безполицевий	41,8
2 а.		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		42,9
		N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	комбінований	43,0
		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		43,7
8.	30	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	безполицевий	41,6
8 а.		гній 20 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀		40,5
		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		40,6
		N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		42,8
		гній 20 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	комбінований	42,5
		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		42,3
НІР _{0,95}			3,48	

Відтак у разі збільшення частини буряка цукрового у структурі посівних площ сівозміни із 10 до 20 і 30 % відзначено зменшення урожайності коренеплодів, відповідно на 0,2 і 1,7 т/га за умови безполіцевого та на 0,4 і 1,3 т/га у разі застосування комбінованого способу основного обробітку ґрунту. Однак статистична обробка результатів досліджень методом дисперсійного аналізу свідчить, що різниця в урожайності коренеплодів між варіантами із різним ступенем насичення сівозмін буряком цукровим є неістотною.

Що стосується способів основного обробітку ґрунту, то згідно з експериментальними даними досліді виявлено більш помітний їх вплив порівняно із частиною культури у сівозміні на продуктивність буряка цукрового. У разі проведення оранки на глибину 30–32 см під буряк цукровий спостерігали збільшення урожайності коренеплодів на 1,0–1,6 т/га порівняно із безполіцевим розпушування ґрунту на аналогічну глибину. Проте вищезазначена різниця в урожайності культури за варіантами основного

обробітку ґрунту є недостовірною, вона перебуває в межах НР.

Цукристість коренеплодів є важливим якісним, а збір цукру – господарським показником оцінки ефективності чинників, що досліджували (табл. 2). Так, у середньому за роки досліджень (2010–2022) вміст цукру у коренеплодах буряків за варіантами сівозмін із різним ступенем насичення їх буряком цукровим та способами основного обробітку ґрунту перебував у межах від 17,5 до 18,7 %. Згідно з результатами досліджень виявлено чітко виражений вплив частки культури у структурі посівних площ сівозміни на цукристість коренеплодів. Результати експерименту свідчать, що у разі збільшення насичення сівозміни буряком цукровим до 20 і 30 % вміст цукру у коренеплодах підвищився, відповідно на 0,8 і 1,1 % (абсолютних) на фоні безполіцевого обробітку ґрунту і на 0,7–0,8 % (абсолютних) – за умови комбінованого способу порівняно із сівозміною, де частка культури становила 10 %.

Таблиця 2

Цукристість коренеплодів буряка цукрового та збір цукру залежно від ступеня насичення сівозміни та способу основного обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2010–2022 рр.)

№ вар.	Частка культури у сівозміні, % (чинник А)	Спосіб основного обробітку ґрунту (чинник В)	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
3.	10	безполіцевий	17,5	7,46
3а.		комбінований	17,7	7,75
2.	20	безполіцевий	18,3	7,65
2 а.		комбінований	18,3	7,85
			18,3	7,87
8.	30	безполіцевий	18,7	7,78
18,6			7,53	
8 а.		комбінований	18,4	7,47
			18,6	7,96
			18,1	7,69
			18,4	7,78

Що стосується способів основного обробітку ґрунту в сівозміні, то результати досліді свідчать про практично рівноцінний їх вплив на рівень вищезазначеного показника. Різниця за вмістом цукру між варіантами сівозмін із різними способами обробітку ґрунту становила лише 0,2 % (абсолютних). Згідно з даними досліджень виявлено, що на збір цукру істотний вплив мали як рівень урожайності коренеплодів, так і вміст цукру. Виявлено, що вплив способів основного обробітку ґрунту на цей показник був мінімальний. У середньому за варіантами сівозмін, більший збір цукру був за умови комбінованого способу основного обробітку ґрунту у сівозміні, однак різниця між способами обробітку ґрунту за цим показником становила лише 0,17 т/га або 2,2 %. Дослідження свідчать, що сівозміна, у якій частка посівів буряка цукрового становить 20 %, забезпечила найвищий збір цукру 7,85 т/га. Варто зазначити, що це на 0,24 і 0,15 т/га більше, ніж за умови насичення сівозміни культурою, відповідно на 10 і 30 %. Отже, на підставі експериментальних даних тривалого стаціонарного досліді встановлено, що різний ступінь насичення сівозмін посівами буряка цукрового істотно не позначився на урожайності

коренеплодів культури. Різниця порівняно з контролем (10 %), дорівнювала 0,5–4,0 % за умови безполіцевого обробітку ґрунту та 0,9–3,0 % – за умови комбінованого способу. За результатами досліджень виявлено, що збільшення ступеня насичення сівозмін буряком цукровим сприяє підвищенню вмісту цукру у коренеплодах культури. Відтак, якщо частина буряка цукрового у сівозміні 20 і 30 %, то цукристість була вищою, відповідно на 4,6 і 6,3 % (відносних) на фоні безполіцевого обробітку ґрунту та на 4,5 і 4,0 % (відносних) щодо варіанту із насиченням сівозміни культурою на 10 %. Встановлено, що найвища цукристість буряка цукрового – 18,6 % у сівозміні, де частина культури у структурі посівів становить 30 % та проводили безполіцевий обробіток ґрунту. У разі такого поєднання формуються екстремальніші умови для росту, розвитку культури, які своєю чергою створюють передумови для поліпшення якісних показників коренеплодів буряка цукрового.

Дослідження Я. П. Цвейя [17] підтверджують, що запорукою високої урожайності посівів буряка цукрового є досконалість всіх елементів технології, однак до ключових належать кращі попередники,

оптимальна частина буряка в сівозміні відповідно до особливостей ґрунтово-кліматичних умов, раціональна система удобрення та обробітку ґрунту.

У польових дослідах, які проведено на Весело-подільській дослідно-селекційній станції, також одержали максимальну урожайність коренеплодів культури (52,7 т/га) за умови проведення оранки на глибину 30–32 см під буряк цукровий та обробітку ґрунту знаряддям плоскорізного типу на глибину 20–22 см під інші культури сівозміни на варіанті із внесенням під буряк 25 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ [20].

В інших дослідах Я. П. Цвейя зі співавторами [18, 22] встановлено, що на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ і полицевого обробітку ґрунту під буряк цукровий урожайність коренеплодів становила 35,3 т/га, що перевищувало варіант із комбінованим обробітком ґрунту на 12,1 %.

У плодозмінних сівозмінах із короткою ротацією за умови проведення плоскорізного обробітку ґрунту виявлено підвищення цукристості коренеплодів на 0,67 % порівняно з оранкою [21].

Висновки

За результатами досліджень, проведених в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України, встановлено, що на чорноземних ґрунтах першої еколого-технологічної групи у сировинних зонах цукрових заводів допустимим є насичення сівозмін буряком цукровим на 30 %. Виявлено, що безполицевий обробіток ґрунту в сівозміні не призводив до істотного зниження урожайності коренеплодів буряка цукрового порівняно із комбінованим (оранка під буряк цукровий і кукурудзу та безполицевий різноглибинний під культури суцільного способу сівби). При цьому урожайність коренеплодів становила 40,5–41,6 т/га. Згідно з результатами дослідів встановлено підвищення цукристості коренеплодів до 18,6 % за умови максимальної частини культури у сівозміні на фоні безполицевого обробітку ґрунту.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на агрофізичні та агрохімічні показники ґрунту.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Balahura, O. V., Balan, V. M., Tsvei, Ya. P., & Volokha, M. P. (2018). Naukovi osnovy adaptyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia buriakiv tsukrovyykh. *Tsukrovi Buriaky*, 3 (119), 10–13. [in Ukrainian]
2. Borysiuk, P. H. (2015). Faktory, yaki vplyvaiut na pidvyshchennia urozhainosti tsukrovyykh buriakiv ta yikh yakosti. *Tsukor Ukrainy*, 3 (41), 34–38. [in Ukrainian]
3. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Kramarenko, I. V., Sokyрко, P. H., Len, O. I., & Udovenko, K. P. (2011). Porivnialna otsinka produktyvnosti posviv buriaku tsukrovoho pry vyroshchuvanni bezzminno ta v sivozmini. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 12–15. [in Ukrainian]

4. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Kramarenko, I. V., & Udovenko, K. P. (2004). Produktyvniest tsukrovyykh buriakiv pry rizni kontsentratsii yikh u korotkorotatsiinykh sivozminakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 12–13. [in Ukrainian]
5. Hanhur, V. V., & Marenych, M. M. (2022). Zhyttievyi shliakh ta profesiini zdobutky Anastasiia Yehorovycha Zaikevycha. *Aktualni napriamky ta innovatsii u vyirshenni problem haluzi roslynnystva: materialy XII naukovo-praktychnoi internet-konferentsii prysviachenoї 180 richchiu z dnia narodzhennia profesora A. Ye. Zaikevycha (05 travnia 2022 r., m. Poltava)*. Poltava: Poltavskiy derzhavnyi ahrarniy universytet [in Ukrainian]
6. Hanhur, V., & Filonenko, V. (2023). Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 22–25. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.04>
7. Hrytsenko, A. S. (2017). Tsukroburiakove vyrobnytstvo Ukrainy: suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku buriakosiuchykh pidpryiemstv. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho Derzhavnoho Universytetu. Seriya Ekonomika*, 1 (7), 73–80. [in Ukrainian]
8. Ivaniuk, V., Panasiuk, O., & Patskan, I. (2016). Bezzminne vyroshchuvannia buriaku tsukrovoho. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya Ahronomiia*, 20, 48–51. [in Ukrainian]
9. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Vynos pozhyvnykh rehovyn silskohospodarskymy kulturamy riznorotatsiinykh sivozmin Livoberezhnoho Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 3, 175–185. [in Ukrainian]
10. Karpuk, L. M. (2013). Formuvannia produktyvnosti buriakiv tsukrovyykh zalezno vid ahrotekhnichnykh pryomiv vyroshchuvannia. *Ahrobiolohiia*, 11 (104), 60–64. [in Ukrainian]
11. Mynkin, M. V. (2021). The influence of basic tillage depth and nutrition background on the yield of sugar beets under irrigation. *Taurian Scientific Herald*, 122, 78–84. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.11>
12. Ponomarchuk, M. V. (1999). Efektyvnist sposobiv osnovnoho obrobittu ґрунту v polovii sivozmini. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Tsukrovyykh Buriakiv*, 2, 91–96. [in Ukrainian]
13. Prysiazhniuk, O. I., Prysiazhniuk, L. M., Melnyk, S. I., & Hryniv, S. M. (2022). Buriaky tsukrovi – selektsiia, nasynnytstvo ta tekhnolohiia vyroshchuvannia: monohrafiia. Vinnytsia: TOV «TVORY» [in Ukrainian]
14. Tyrus, M. L. (2018). Produktyvniest buriakiv tsukrovyykh zalezno vid sposobu osnovnoho obrobittu ґрунту i udobrennia. *Zemlerobstvo: Mizhvidomchyi Tematychni Naukovyi Zbirnyk NNTS «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 1 (94), 21–26. [in Ukrainian]
15. Tyrus, M. (2020). Formation of sugar beet productivity, depending on ways of principal treatment of soil and fertilization level. *Visnik Lvivskogo Natsionalnoho Agrarnoho Universytetu. Ahronomiia*, 24 (1), 78–81. <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.078>
16. Tyshchenko, M. V. (2010). Urozhainist i yakist tsukrovyykh buriakiv zalezno vid yikh peredpoperednykiv i nasychennia buriakiv u sivozminakh. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 80–82. [in Ukrainian]
17. Tsvei, Ya. P. (2005). Naukovi pryntsyipy perebudovy sivozmin. *Tsukrovi Buriaky*, 1, 7–9. [in Ukrainian]
18. Tsvei, Y. P., Levchenko, L. M., & Tyshchenko, M. V. (2020). Sugar beet and barley yield as affected by fertilization system and tillage in grain-hoed crop rotation. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28, 156–163. <https://doi.org/10.47414/np.28.2020.211068>
19. Tsvei, Ya. P., Sinchenko, V. M., & Ivanina, V. V. (2018). Rekomendatsii po vedenni riznorotatsiinykh sivozmin dlia gospodarstv usikh form vlasnosti dlia ґрунтово-кліматичnykh zon Lisostepu. Kyiv: Komprint [in Ukrainian]
20. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Herasymenko, Yu. P., Filonenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2018). Soil cultivation, fertilizers and sugar beet productivity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 42–47. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.06>
21. Tsvei, Ya. P., Boichuk, O. V., Mazur, H. M., & Martyniuk, L. S. (2013). Pozhyvnyi rezhym chornozemu typovoho zalezno vid sposobiv obrobittu ґрунту pid buriaky tsukrovi. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 5–9 [in Ukrainian]
22. Tsvei, Y. P., Myroshnychenko, M. S., & Tyshchenko, M. V. (2021). Productivity of sugar beet and barley in short crop rotations as affected by fertilization and tillage. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 27, 84–93. <https://doi.org/10.47414/np.27.2019.211167>

23. Tsvei, Ya. P., & Tyshchenko, M. V. (2018). Monitorynh zaburianenosti posiviv silskohospodarskykh kultur u zerno-buriakovii sivozmini. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 3, 28–30. [in Ukrainian]
24. Abbas, M., Soliman, A., Moustafa, Z., & Abd El-Reheem, K. (2018). Effect of some soil amendments on yield and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under water stress in sandy soil. *Egyptian Journal of Agronomy*, 40 (1), 75–88. <https://doi.org/10.21608/agro.2018.2660.1091>
25. Anar, M. J., Lin, Z., Ma, L., & Chatterjee, A. (2021). Modeling the effects of crop rotation and tillage on sugar beet yield and soil nitrate using rzwqm2. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 64 (2), 461–474. <https://doi.org/10.13031/trans.13752>
26. Anar, M. J., Lin, Z., Hoogenboom, G., Shelia, V., Batchelor, W. D., Teboh, J. M., Ostlie, M., Schatz, G. B., & Khan, M. (2019). Modeling growth, development, and yield of sugarbeet using DSSAT. *Agricultural Systems*, 169, 58–70. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.010>
27. Gillette, K., Ma, L., Malone, R. W., Fang, Q. X., Halvorson, A. D., Hatfield, J. L., & Ahuja, L. R. (2017). Simulating N₂O emissions under different tillage systems of irrigated corn using RZ-SHAW model. *Soil and Tillage Research*, 165, 268–278. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.08.023>
28. Jacobs, A., Koch, H. J., & Marlander, B. (2018). Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation. *Agronomy for Sustainable Development*, 38 (1), 5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-017-0469-z>
29. Larney, F. J., Nitschelm, J. J., Regitnig, J. J., Pearson, D. C., Blackshaw, R. E., Lupwayi, N. Z., & Charles, M. T. (2016). Sugar beet response to rotation and conservation management in a 12-year irrigated study in southern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (5), 776–789. <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0005>
30. Nahar, N., & Pryor, S. W. (2013). Enzymatic hydrolysis and fermentation of crushed whole sugar beets. *Biomass Bioenergy*, 59, 512–519. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.10.012>
31. Vargas-Ramirez, J. M., Haagensohn, D. M., Pryor, S. W., & Wiesenborn, D. P. (2013). Determination of suitable storage conditions to preserve fermentable sugars in raw thick beet juice for ethanol production. *Biomass Bioenergy*, 59, 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.014>

ORCID

V Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



© 2024 Hanhur V. and Filonenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The resistance of black currant varieties against the dark kovalyk in the Forest conditions of Ukraine

A. Bakalova  | N. Gritsyuk | S. Stolyar | I. Ivachenko

Article info

Correspondence Author

A. Bakalova

E-mail:

bakalova1970@ukr.netPolis National University,
Stariy Bulvar, 7,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

Citation: Bakalova, A., Gritsyuk, N., Stolyar, S., & Ivachenko, I. (2024). The resistance of black currant varieties against the dark kovalyk in the forest conditions of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 30–35. doi: 10.31210/spi2024.27.01.05

In recent years, the dark weevil in the conditions of the Polissia of Ukraine has acquired a large scale in currant agrocenoses, and now it is an actual topic, which is presented in the article of a scientific work. The study of the resistance of different varieties of blackcurrants to black currant makes it possible to draw an excellent conclusion that the use of resistant varieties in the cultivation of blackcurrants, first of all, makes it possible to reduce the population of the true wireworm by 2–4 times, and the quality of black currant bunches increases. Resistant varieties have well-developed roots with a fibrous structure. In unstable varieties, the root system when damaged by the larvae is weak, drooping, small roots damaged by the dark weevil dry out, darken and rot. Over the years of the work, various age stages of the larvae of the "real wireworm" were observed. A four-year-old larva stops feeding in the second year of life and pupates. The metamorphosis of the black currant takes place on a varietal collection of black currants in different decades of the month of May. The phenological calendar developed by us during the research proves that the phytophagous in the conditions of the Zhytomyr region gives only one generation in 2 years. That is, the developed phenological system of the phytophagous development, which is combined with the phenological development of black currant, makes it possible to clearly estimate the predicted productivity and biological development of black currant. According to the assessment of economic efficiency, the yield is from 4.5 to 6.4 t/ha. According to these indicators, the most resistant varieties of blackcurrant were found in terms of the population of black currant and productivity, where resistant varieties were found, Lydia, Karpaty, Black Pearl from 5.8 to 6.4 t/ha, profit 53938 to 61138 UAH/ha, profitability up to 390 %.

Keywords: variety, profitability, dark woodpecker, Lydia, Carpathians.

Стойкість сортів смородини чорної проти ковалика темного в умовах Полісся України

А. В. Бакалова | Н. В. Грицюк | С. Г. Столяр | І. В. Іващенко

Поліський національний
університет,
м. Житомир,
Україна

Ковалик темний в умовах Полісся України за останні роки набуває великих масштабів у смородинових агроценозах, нині це актуальна тема, запропонована у цій науковій розвідці. Вивчення стійкості за різними сортами смородини чорної проти ковалика темного дає можливість зробити висновок про те, що застосування стійких сортів у вирощуванні смородини чорної насамперед дає можливість зменшити чисельність заселеності справжньої дротянки у 2 – 4 рази, підвищується якість гронів смородини чорної. У стійких сортів гарно розвинуті корінці мичкуватої структури. У нестійких сортів коренева система при пошкодженні личинками є слабкою, пониклою, дрібні корінці, пошкоджені коваликом темним, висихають, темніють та загнивають. За роки дослідження було проведено спостереження за різними віковими стадіями личинок «справжньої дротянки», сама личинка припиняє своє живлення на другому році життя та заляльковується. Метаморфоз ковалика темного проходить на сортовій колекції смородини чорної за різними декадами травня. Фенологічний календар, який ми розробили під час дослідження, доводить те, що фітофаг в умовах Житомирської області дає лише одне покоління за 2 роки. Тобто, розроблена фенологічна система розвитку фітофага, яка поєднана з фенологічним розвитком смородини чорної дає можливість чітко провести оцінку прогнозованої урожайності та біологічного розвитку смородини чорної. За оцінкою господарської ефективності урожай становить від 4,5 до 6,4 т/га. За такими показниками було виявлено найбільш стійкі сорти смородини чорної за заселенням ковалика темного та урожайністю, де виявлено стійкі сорти: Лідія, Карпати, Чорна Перлина від 5,8 до 6,4 т/га, прибуток – від 53938 до 61138 грн/га, рентабельність до 390 %.

Ключові слова: сорт, рентабельність, ковалик темний, Лідія, Карпати.

Бібліографічний опис для цитування: Бакалова А. В., Грицюк Н. В., Столяр С. Г., Іващенко І. В. Стойкість сортів смородини чорної проти ковалика темного в умовах Полісся України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 30–35.

Вступ

Ягідництво – важлива традиційна галузь сільського господарства. Поступовий розвиток весняних процесів останніми роками був цілком сприятливим для нормального росту, розвитку та вдалої вегетації рослин смородини чорної [1].

Шкідники – комахи, нематоди, кліщі та паразитні мікроорганізми, які панують у смородинових агроценозах, споживають біомасу рослин, бур'яни, до того ж використовують ресурси ґрунтової родючості та значно знижують продуктивність [2, 3].

Боротьба зі шкідливими організмами повинна становити невід'ємну складову частину технологічного процесу управління чорносмородиновими агроценозами [4, 5].

Головним завданням насаджень смородини полягає в тому, щоб забезпечити успішний захист урожаю за умови збереження благополучної екологічної ситуації в навколишньому середовищі [6–8].

Статистика стверджує, що чисельність шкідників у ягідних агроценозах перевищує 40 видів та уражує понад 20 збудників небезпечних хвороб, а насадження засмічує понад сто видів бур'янів, при чому всі характеризуються своїми особливостями життєвого циклу, а тому поряд з ними застосовується комплекс агроприймів та низка хімічних препаратів, після чого лише можна уявити, який обсяг інформації треба проаналізувати щоб ухвалити оптимальне та оперативне рішення відповідно до конкретної фітосанітарної оцінки у господарстві [9, 10–13].

Економічне значення втрат від пошкоджень смородини чорної шкідниками не має меж, оскільки світові втрати в період вегетації складають 13,8 % від потенційного врожаю [14, 15].

Рациональне застосування хімічних та біологічних препаратів у насадженнях смородини чорної залежить від природних ентомофагів, які безпосередньо збалансовують біологічну рівновагу, призводять до збереження високоякісного врожаю [16, 17, 18, 19, 20].

Смородину чорну пошкоджує багато видів шкідників з врахуванням ґрунтових, зокрема і личинку темного ковалика, яка має назву «справжня дротянка». Личинка темного ковалика живиться дрібними корінцями смородини чорної, рослини після такого пошкодження мають пригнічений вид а з часом всихають та пропадають. Тому вивчення різних за стійкістю сортів смородини чорної проти цього фітофага є досить актуальною.

Мета дослідження

Мета досліджень полягала у впровадженні у виробництво стійких сортів смородини чорної для боротьби з темним коваликом.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання:

- визначити заселеність прикореневої зони кущів смородини чорної різновіковою личинкою;
- встановити періодичність залялькування личинок темного ковалика в насадженнях смородини чорної;

- провести оцінку показників господарської, енергетичної та економічної ефективності.

Матеріали і методи

Вивчення ґрунтових шкідників є досить трудомістким методом вивчення фітофагів, тому їх слід поділяти на спеціальні та статистичні методи дослідження, які ґрунтуються на найменшій вірогідності даних. Лабораторні дослідження ґрунтуються на пересіванні ґрунту через сита і відмивання личинок темного ковалика. За роки досліджень 2022–2023 років в умовах Полісся України проведені обстеження фітосанітарного моніторингу на площі 0,17 га біологічного розвитку темного ковалика.

Ґрунт у дослідженнях був суглинковий підзолистий, глейовий. Гумус за нашими дослідженнями мав такий склад: в орному шарі він становив 1,1 %. Вміст фосфору 66 мг/кг ґрунту, калію і азоту приблизно 50 мг/кг.

Клімат помірний, хоча у смородиновому агроценозі є свій природний мікроклімат, властивий для біологічного розвитку личинок, що знаходяться у прикореневій частині габітуса куща.

Особливо спостерігали за температурним режимом, оскільки реактивація личинок відбувається лише в той період, коли ґрунт навесні прогрівається до 8–10 градусів за Цельсієм.

Снігові опади також відіграють у дослідженні неабияку роль, оскільки личинка ковалика темного має властивість до зимуючої діапаузи, і під сніговим покривом личинка добре зимує та знаходиться так би мовити під «теплою ковдрою».

Опади снігу спостерігалися при основному морозостійкому періоді, це і сприяло гарному виходу із зимуючої стадії, тобто мінусова температура навпаки вплинула позитивно, і личинка не витратила багато жирового тіла під час зимуючої стадії.

Рано навесні похила ділянка насаджень смородини чорної активно вийшла зі стану зими через біологічний нуль, а прогріта територія сприяла активному росту і розвитку смородини чорної.

Фенологічний розвиток смородини чорної ми поєднали із розвитком ковалика темного, до того ж згідно із програмою досліджень склали фенологічний календар смородини чорної таких сортів: Лідія, Карпати, Чорна Перлина, Краса Львова, Україна.

За програмою досліджень для вивчення стійкості різних сортів смородини чорної проти темного ковалика потрібно виявити сорт-стандарт, щоби провести досконалу оцінку та порівняти ефективності (господарську, енергетичну та економічну).

Облік темного ковалика за чисельністю спочатку почали з личинок, оскільки у цього виду шкідливою фазою є личинка «дротянка». Облік проводили методом ґрунтових розкопок, цей метод передбачає викопування ґрунту в декількох місцях на глибину 0,35 см. Ґрунт висипали на поліетиленову плівку, з якої його пересівали на ситах з різною фракцією, залишки ґрунту та личинки перемивали у лабораторних умовах та під біокуляром, підраховували личинки та записували до польового журналу.

За ступенем заселення смородини чорної темним коваликом сортову стійкість визначали за формулою 1 [14].

$$K_3 = \frac{C_d}{C_c}, \quad (1)$$

де: C_d – чисельність фітофага на дослідному сорті;

C_c – чисельність фітофага на сорті стандарті.

Рівень загальної стійкості урожайності визначили за формулою 2 [14].

$$R(\%) = \frac{Y_d - Y_c}{Y_c} \cdot 100, \quad (2)$$

де: Y_d – урожайність дослідного сорту, т/га;

Y_c – урожайність нестійкого сорту стандарту, т/га [14].

Заселення личинок ковалика темного при фітосанітарному обліку кущів у насадженнях смородинового агроценозу в Житомирській області визначали за європейською шкалою, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Європейська шкала прояву ознак заселення темним коваликом

Бал	Ступінь прояву ознак	Характер прояву ознак	Охоплена площа, %
1	Відсутня або ледь помітна	Поодинокі заселення	1 – 5
2–3	Слабка	Помірне	6 – 25
4–5	Середня	Дрібноосередковане	26 – 50
6–7	Сильна	Виразно осередковане	51 – 75
8–9	Дуже сильна	Сильне	> 75

Джерело: [14].

Результати та їх обговорення

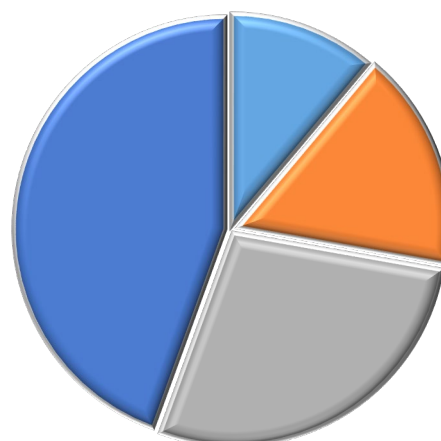
Ковалик темний за своєю систематикою відноситься до ряду твердокрилих, родини коваликів [11]. За своїм метаморфозом має повне перетворення. Личинка червоподібна, має добре відокремлену голову, гризучого типу ротовий апарат [12]. Передні ноги у личинки ковалика темного мають однаковий розвиток та за структурою всі ноги однакового розміру. Таку личинку називають справжня «дротянка» [13]. За своїм біологічним розвитком може дати одне покоління у два або три роки, тому шкідлива фаза є личинка, яка знаходиться в кореневій системі смородини чорної та живиться дрібними корінцями, перегризаючи їх [14]. Тому нашим завданням було визначити, якого віку личинки були заселені на модельних кущах кожного сорту; наведені дані в таблиці 2.

Таблиця 2

Заселеність різновікової личинки ковалика темного на смородині чорній

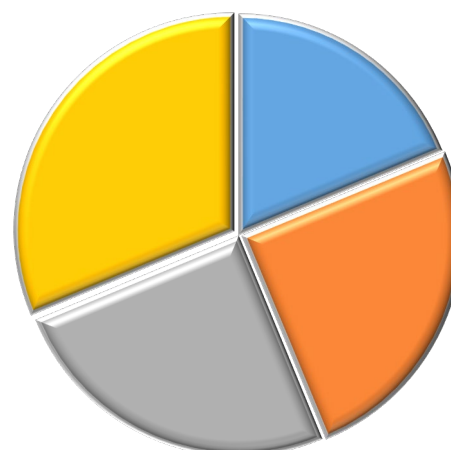
Сорт	Личинка 1 віку	Личинка 2 віку	Личинка 3 віку	Личинка 4 віку
Лідія	2	1	3	4
Карпати	3	3	2	5
Чорна Перлина	5	4	2	6
Краса Львова	8	4	6	7
Україна (S)	9	5	6	9

Із таблиці 2 видно те, що личинкова заселеність кореневої системи смородини чорної ковалика темного відповідно заселяла всі кущі смородини, але в різній чисельності. За ступенем заселеності ми умовно поділили сорти смородини чорної за сортовою гамою стійкості, а саме сюди потрапляють сорти Лідія від 1 до 4 личинок на кущ, Карпати від 2 до 5 личинок, Чорна Перлина від 2 до 6 личинок, краще таку залежність продемонструвати на графічному зображенні рис.1–4.



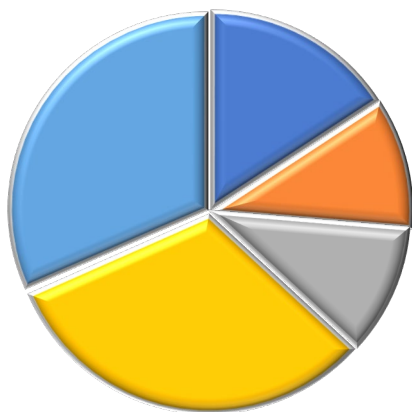
■Лідія ■Карпати ■Чорна Перлина ■Краса Львова

Рис. 1. Личинкова стадія першого віку сортової стійкості смородини чорної



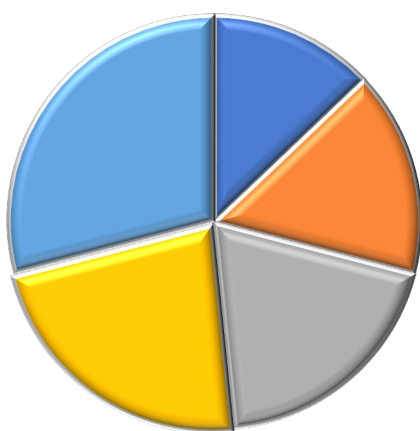
■Лідія ■Карпати ■Чорна Перлина ■Краса Львова

Рис. 2. Личинкова стадія другого віку сортової стійкості смородини чорної



■Лідія ■Карпати ■Чорна Перлина ■Краса Львова ■Україна

Рис. 3. Личинкова стадія третього віку сортової стійкості смородини чорної



■Лідія ■Карпати ■Чорна Перлина ■Краса Львова ■Україна

Рис. 4. Личинкова стадія четвертого віку сортової стійкості смородини чорної

За проведеним моніторингом ми продемонстрували класифікацію личинок різної личинкової стадії за сортовою стійкістю на смородині чорній, тому не менш важливим моментом є залялькування та виходу жуків темного ковалика на поверхню (табл. 3).

Таблиця 3

Період залялькування справжньої дротянки у смородиновому агроценозі у травні місяці

Сорт	Перша декада	Друга декада	Третя декада
Лідія	(-)	(0)	(0)
Карпати	(-)	(0)	(0)
Чорна Перлина	(-)	(0)	(0)
Краса Львова	(-)	(-)	(0)
Україна (S)	(-)	(-)	(0)

Із таблиці 3 видно, що личинкова стадія дротянки припадає на травень, тому проведені дослідження дають можливість встановити те, що личинкова стадія не на всіх сортах однаково виходить на план метаморфозу у другій декаді травня, а саме, це сорти: Лідія, Краса Львову та Карпати. Остання стадія залялькування спостерігалась у третій декаді травня. Перехід з лялечкової стадії у дорослу стадію наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Вихід жуків ковалика темного на смородині чорній

Сорт	2022	2023
Лідія	09.05	11.05
Карпати	11.05	09.05
Чорна Перлина	10.05	11.05
Краса Львова	15.05	17.05
Україна (S)	16.05	19.05

Із даних таблиці 4 видно, що вихід жуків припадав на другу декаду травня, лише за механізмом переходу останньої фази розвитку метаморфозу у стійких сортах припадав на першу початкову декаду, а у нестійких сортів вихід жуків проявлявся у кінці другої декади, отже, там личинка залишається довше, тому пошкодження кореневої системи смородини чорної темним коваликом тривають більше, що і впливає на урожайність.

За допомогою дослідження ковалика темного на смородині чорній ми провели урожайну оцінку різних сортів смородини чорної, результати якої наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Господарська ефективність в умовах Житомирської області (2022–2023 рр.)

Сорти	2022	2023	середнє	+/- до стандарту
Лідія	6,5	6,3	6,4	1,9
Карпати	6,0	5,8	5,9	1,4
Чорна Перлина	6,1	5,5	5,8	1,3
Краса Львова	5,2	5,6	5,4	0,9
Україна (S)	4,3	4,7	4,5	-
НІР	0,81	0,84	-	-

У таблиці 5 показана урожайність смородини чорної за сортовою колекцією стійкості, де середня урожайність ягід становить від 4,5 до 6,4 т/га. Прибавка від 0,9 до 1,9 т/га. Найкраще себе зарекомендували сорти стійкі – Лідія, Карпати, Чорна Перлина – до ковалика темного і складають урожайність від 5,8 до 6,4 т/га. Обрахунки урожайності є достовірними, оскільки математично підтверджено найменшою істотною різницею, про те, що вона меншою є прибавки врожаю.

У сучасних розрахунках європейської структури обов'язковою умовою є проведення досліджень та прорахунків енергетичної ефективності, що є основним із завдань наукової роботи. Оскільки розрахована господарська ефективність цього врожаю, тому ми провели розрахунки енергетичної ефективності в таблиці 6.

Ці розрахунки показують, що дані акумульованої енергії цього врожаю становлять від 8499 до 9522 мдж/га, при цьому енерговитрати на отримання врожаю складають 3054 до 5129 мдж/га, та коефіцієнт енергетичної ефективності становить від 1,85 до 2,26 одиниць.

Щодо вивчення стійкості сортів смородини чорної до ковалика темного, то найкращий результат показали такі сорти: Лідія, Карпати, Чорна Перлина, де показник коефіцієнта енергетичної ефективності становить 2,10, 2,16, 2,26 одиниць.

Таблиця 6

Енергетична оцінка стійкості різних сортів смородини чорної проти ковалика темного

Сорти	Урожай, т	Акумуляована енергія, мДж	Енерговитрати урожаю, мДж	КЕЕ
Лілія	6,4	9522	5129	2,26
Карпати	5,9	9354	5091	2,16
Чорна Перлина	5,8	9244	5169	2,10
Краса Львова	5,4	8881	3447	1,91
Україна (S)	4,5	8499	3054	1,85

За енергетичною ефективністю ми вже можемо рекомендувати найбільш перспективні та стійкі до ґрунтових фітофагів сорти: Лідія, Карпати, Чорна Перлина, оскільки це селекція західного регіону, тому ми сміливо їм можемо рекомендувати.

Розрахунки економічної ефективності (табл. 7) розраховані на основі розроблених технологічних карт.

Таблиця 7

Економічна ефективність вирощування стійких сортів смородини чорної

Сорт	Лідія	Карпати	Чорна Перлина	Краса Львова	Україна
Врожай, ц	64	59	58	54	45
Вартість, грн	76800	70800	69600	64800	54000
Витрати, грн	16662	15662	14662	13662	12662
Прибуток, грн	61138	55138	53938	49138	38338
Окупність, раз	4	3	3	3	2

Ці економічні розрахунки свідчать про те, що вартість урожаю сортової колекції становить від 54000 до 76800 грн/га. За показником витрат на отримання урожаю він має такі показники – від 12662 до 16662 грн. Прибуток у наших дослідженнях становив від 38338 до 61138 грн/га, рентабельність від 245 до 390%, окупність при сортової стійкості може бути дво- або навіть чотирикратною. Стійкі сорти, які ми рекомендуємо упровадити до виробництва, – це Лідія, Карпати, Чорна Перлина.

Висновки

В умовах Полісся України, зокрема Житомирської області, в насадженнях смородини чорної було виявлено ґрунтового шкідника – ковалика темного. За роки досліджень було побудовано діаграму личинкового метаморфозу. За стійкістю рослин чорної смородини до темного ковалика було виявлено три найкращі та стійкі сорти, які можна рекомендувати для виробництва, – це Лідія, Карпати, Чорна Перлина. Розрахунки економічної ефективності показали, що вирощування сортів Лідія, Чорна Перлина, Карпати дає змогу отримати чистий дохід – від 38338 до 61138 грн/га, що є економічно вигідними.

Перспектива подальших досліджень. На приведених фенодатах біологічного розвитку фітофага полягає перспектива у розробці логістичних моделей прогнозу заселеності темного ковалика, це дасть змогу розробити сезонні короткострокові прогнози.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Dudar, I., Shuvar, I., Korpita, H., Balkovskiy, V., Shuvar, B., Shuvar, A., & Kropyvnytskyi, R. (2023). The effect of tillage method on the nutrient regime of soil during the growing of trifolium pratense. *Acta Technologica Agriculturae*, 26 (1), 29–35. <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0004>
- Blaszczynska, B. (2007). Przyszlosc plantacji porzeczki w Warzywa, 6, 36–39.
- Plyta, S. (2007). Nowe perspektywy dla czarnej porzeczki. *NASLO Ogrodnicze*, 5, 90–91.
- Brennan, R. M., Robertson, G. W., Mencil, J. W., Fyffe, L., & Hall, J. E. (1992). The use of metabolic profiling in the identification of gall mite (*Cecidophyopsis ribis* Westw.)-resistant blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) genotypes. *Annals of Applied Biology*, 121 (3), 503–509. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1992.tb03460.x>
- Roberts, I. M., Jones, A. T., & Amrine, J. W. (1994). Ultrastructure of the black currant gall mite, *Cecidophyopsis ribis* (Acari: Eriophyidae), the vector of the agent of reversion disease. *Annals of Applied Biology*, 125 (3), 447–455. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1994.tb04982.x>
- Yanovskyi, Yu. P. (1994). Efektyvnist khimichnykh zakhodiv borotby iz sysnymy shkidnykamy yabluni v plodovomu rozsadyku. *Zakhyst Roslyn*, 41, 85–87. [in Ukrainian]
- Jones, A. T., Brennan, R. M., McGavin, W. J., & Lemmetty, A. (1998). Galling and reversion disease incidence in a range of blackcurrant genotypes, differing in resistance to the blackcurrant gall mite (*Cecidophyopsis ribis*) and blackcurrant reversion disease. *Annals of Applied Biology*, 133 (3), 375–384. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1998.tb05837.x>
- Chu, P. W. G., & Francki, R. I. B. (1982). Detection of lettuce necrotic yellows virus by an enzyme-linked immunosorbent assay in plant hosts and the insect vector. *Annals of Applied Biology*, 100 (1), 149–156. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1982.tb07201.x>
- Ribes and Rubus crops Ribes et Rubus. (2002). *EPPO Bulletin*, 32 (2), 423–441. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2338.2002.00574.x>
- Moreno, A., Nebreda, M., Diaz, B. M., García, M., Salas, F., & Fereres, A. (2007). Temporal and spatial spread of Lettuce mosaic virus in lettuce crops in central Spain: factors involved in Lettuce mosaic virus epidemics. *Annals of Applied Biology*, 150 (3), 351–360. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2007.00135.x>
- Müller, C. B., Williams, I. S., & Hardie, J. (2001). The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecological Entomology*, 26(3), 330–340. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2001.00321.x>
- Knapp, M. (2006). Population models for threshold-based control of *Tetranychus urticae* in small-scale Kenyan tomato fields and for evaluating weather and host plant species effects. *Experimental and Applied Acarology*, 11, 401–405.
- Tertyshnyi, O. S. (1996). Ahrobiolohichne obgruntuvannya zakhystu yabluni, slyvy, ta chornoj smorodyny vid shkidnykiv v umovakh Shkidnoho Lisostepu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian]
- Trybel, S. O. (Red.). (2001). *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv*. Kyiv: Svit [in Ukrainian]
- Bakalova, A., & Derecha, O. (2016). Biological resistance of blackcurrant varieties to spider mite (*Tetranychus urticae*). *Scientific Horizons*, 2(56), 87–94.

16. Bakalova, A. V., Tytarenko, V. E., Radko, V. H., Klymenko, T. V., & Trembitska, O. I. (2017). Udoskonalennia elementiv konstruktivii opryskuvachiv dlia pokrashchennia tekhnolohii zakhystu smorodyny chornoj vid shkidnykiv. *Skhidno-Yevropeiskyi Zhurnal Peredovykh Tekhnolohii*, 3/1 (87), 3–10. [in Ukrainian]
17. Hrytsiuk, N., Bakalova, A., Ivaschenko, I., & Kotkova, T. (2023). Technology of protection of winter wheat from harmful biota in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 26 (3), 48–57. <https://doi.org/10.48077/scihor3.2023.48>
18. Ivanova, I., Serdyuk, M., Malkina, V., Tymoshchuk, T., Shlieina, L., Pokoptseva, L., Zoria, M., & Taranenko, H. (2022). The effects of weather factors on titrating acids accumulation in sweet cherry fruits *Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society*, 1, 1–15. <https://doi.org/10.17170/kobra-202210056938>
19. Myronova, H., Tymoshchuk, T., Voloshyna, O., Mazur, O., & Mazur, O. (2023). Formation of seed potato yield depending on the elements of cultivation technology. *Scientific Horizons*, 26 (2). [https://doi.org/10.48077/scihor.26\(2\).2023.19-30](https://doi.org/10.48077/scihor.26(2).2023.19-30)
20. Pylypchenko, A., Marenych, M., Hanhur, V., Tymoshchuk, T., & Malyuka, L. (2023). Features of forming the productivity of modern hemp varieties using organic cultivation technology. *Scientific Horizons*, 26 (7). <https://doi.org/10.48077/scihor7.2023.54>

ORCID

- A. Bakalova  <https://orcid.org/0000-0002-6803-6304>
 N. Gritsyuk  <https://orcid.org/0000-0002-4185-7495>
 S. Stolyar  <https://orcid.org/0000-0001-5925-2008>
 I. Ivachenko  <https://orcid.org/0000-0003-1588-3718>



2024 Bakalova A. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The effects of main tillage methods on the productivity of maize hybrids in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

V. Hanhur  | V. Rudenko

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangu@gmail.com

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody Str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Citation: Hanhur, V., & Rudenko, V. (2024). The effects of main tillage methods on the productivity of maize hybrids in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 36–40. doi: 10.31210/spi2024.27.01.06

Maize (*Zea mays* L.) is one of the three most important cereals in the world. This crop is significant for the economic development of countries where it is oriented to the agricultural sector. The research to study the effect of different methods of basic tillage on the biometric parameters of maize plants and the formation of productivity of maize hybrids of different maturity was conducted in the conditions of the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavilov during 2019–2020. According to the field experiment, it was found that plants of hybrids DN Patriot, DN Fiesta, DN Julia were characterized by the largest linear parameters for cultivation on the shelf tillage condition. Replacing plowing by 20–22 cm by moldboardless tillage, in particular, flat-cut tillage by 14–16 cm and surface tillage by 8–10 cm, led to a decrease in plant height by 2.8 and 3.4 %, 1.5 and 3.0 %, 2.4 and 0.4 %, respectively. The plant height of the mid-maturing hybrid DN Julia was almost the same both under plowing and surface tillage. It was found that the yield of the early maturing hybrid DN Patriot and the mid-early maturing hybrid DN Fiesta was the highest when they were growing under shelf tillage to a depth of 20–22 cm. In the case of moldboardless tillage, in particular, flat-cut tillage by 14–16 cm and surface tillage by 8–10 cm, a significant decrease in grain productivity was noted, respectively, by 5.5 and 1.9 and 5.1 and 2.2 %. The maximum grain productivity of the mid-maturing hybrid DN Julia was obtained in the variant with surface tillage by 8–10 cm (7.15 t/ha), which is 0.28 and 0.43 t/ha or 4.1 and 6.4 % more compared to flat-cutting and shelf plowing. It was found that on the chernozem soils of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the best biometric parameters of plants and higher grain productivity of the early maturing maize hybrid DN Patriot and the mid-early maturing maize hybrid DN Fiesta (6.17 and 6.93 t/ha) are formed by plowing to a depth of 20–22 cm. At the same time, the reaction of the mid-maturing hybrid DN Julia to this variant of basic tillage was reversed.

Keywords: maize (*Zea mays* L.), hybrids, maturity group, main tillage, yield.

Вплив способів основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах лівобережного Лісостепу України

В. В. Гангур | В. В. Руденко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Кукурудза (*Zea mays* L.) входить до трійки найбільш важливих зернових культур у світі. Ця культура має вагомое значення для економіки країн, де вона зорієнтована на агропромисловий комплекс. Дослідження проведено в умовах Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2019–2020 рр. За результатами польового експерименту виявлено, що рослини гібридів ДН Патріот, ДН Фієста, ДН Джулія характеризувалися найбільшими лінійними розмірами за умови вирощування на фоні полицевого обробітку ґрунту. Заміна оранки на 20–22 см на безполлицевий обробіток ґрунту, зокрема плоскорізний на 14–16 см та поверхневий на 8–10 см, призвела до зменшення висоти рослин, відповідно на 2,8 і 3,4 %; 1,5 і 3,0 %; 2,4 і 0,4 %. Висота рослин середньостиглого гібрида ДН Джулія була практично однаковою як на фоні оранки, так і поверхневого обробітку ґрунту. Встановлено, що урожайність ранньостиглого гібрида ДН Патріот та середньораннього – ДН Фієста була найвищою за умови вирощування на фоні полицевого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см. У разі проведення безполлицевого обробітку ґрунту, зокрема плоскорізного на 14–16 см і поверхневого на 8–10 см, відзначено істотне зниження зернової продуктивності, відповідно на 5,5 і 1,9 та 5,1 і 2,2 %. Максимальну зернову продуктивність середньостиглого гібрида ДН Джулія одержано на варіанті із поверхневим обробітком ґрунту на 8–10 см (7,15 т/га), що на 0,28 і 0,43 т/га або 4,1 і 6,4 % більше, ніж на фоні плоскорізного обробітку і полицевої оранки. Встановлено, що на чорноземних ґрунтах Лівобережного Лісостепу України кращі біометричні параметри рослин та вища зернова продуктивність ранньостиглого гібрида кукурудзи ДН Патріот та середньораннього – ДН Фієста (6,17 та 6,93 т/га) формуються за умови проведення оранки на глибину 20–22 см. Водночас оберненою була реакція середньостиглого гібрида ДН Джулія на цей варіант основного обробітку ґрунту.

Ключові слова: кукурудза (*Zea mays* L.), гібриди, група стиглості, основний обробіток ґрунту, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Руденко В. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 36–40.

Вступ

Кукурудза (*Zea mays* L.), є третьою за важливістю зерновою культурою у світі після пшениці та рису [16]. Вона має вагомe значення для економіки країн, які базуються на сільському господарстві. Ця культура має важливе харчове значення: в зерні кукурудзи міститься велика кількість корисних речовин, таких як глюкоза, жирні кислоти, амінокислоти тощо, а також 72 % крохмалю, 10 % білку, 4,8 % олії та 8,5 % клітковини [4–6].

Кукурудза вважається однією із ключових зернових культур світу та України зокрема, завдяки високій потенційній продуктивності (14–15 т/га), за якою вона суттєво випереджає інші зернові культури. Однак реалізація генетично обумовлених можливостей гібридів кукурудзи відбувається не завжди. Це зумовлено передусім біологічними особливостями біотипів культури, зокрема їх вимогливістю на окремих стадіях органогенезу до забезпечення як макро-, так і мікроелементами [1, 2, 7], а також своєчасності і якості проведення заходів із обробітку ґрунту, якому належить важлива роль у покращенні умов для вегетативного росту і генеративного розвитку кукурудзи та формуванні урожайності [13, 15, 20, 24]. Ущільнений шар ґрунту призводить до обмеження росту коренів рослин та зменшення об'єму ґрунту, який могла б охопити коренева система для забезпечення культури елементами мінерального живлення і вологою [10, 21].

В умовах Лівобережного Лісостепу найвищий рівень зернової продуктивності гібридів ДЗ Латориця, Оржиця 237 МВ, ДБ Хотин було одержано за умови внесення мінеральних добрив у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ кг/га д.р. на фоні полицевого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см, відповідно 8,43, 8,27, 9,43 т/га. У разі проведення плоскорізного розпушування на глибину 14–16 см та поверхневого обробітку ґрунту на глибину 8–10 см відзначено зменшення урожайності гібридів кукурудзи, що вивчали, відповідно на 3,7 і 5,7 %, 2,8 і 4,0 %, 5,3 і 9,1 % відносно оранки [12].

У дослідях, проведених на зрошенні в умовах південної частини України, спостерігаємо рівноцінність системи диференційованого, мілкого та різноглибинного безполицевого розпушування ґрунту за впливом на рівень урожайності кукурудзи – 8,71–10,93 т/га. Водночас істотне зниження урожайності маємо за умови нульового обробітку, де цей показник був меншим відносно контролю у середньому за варіантами удобрення на 16,3 % [3].

Результати досліджень науковців Інституту зернових культур НААН свідчать про деяку перевагу полицевого обробітку на глибину 25–27 см над мілким на фоні внесення добрив у напрямку збільшення зернової продуктивності культури. Проте у разі потреби заощадження грошово-матеріальних ресурсів доцільно до технологічного процесу вирощування кукурудзи впроваджувати мілкий обробіток ґрунту [9].

Результати досліджень свідчать, що найвищий урожай зерна кукурудзи та найбільш ефективно використання вологи забезпечувала технологія вирощування з обробітком дисковим знаряддям на глибину 8–10 см у системі диференційованого

обробітку ґрунту в сівозміні на фоні максимальної дози мінеральних добрив $N_{180}P_{60}$. Такий агротехнологічний варіант забезпечив урожайність зерна кукурудзи за умови проведення досліджень 2017 та 2018 років на рівні, відповідно 14,51 та 14,59 т/га [22, 23].

Агостіні та ін. [14] дослідили, що за умови нульового обробітку врожайність кукурудзи була нижче порівняно із мілким, що зумовлено високою щільністю орного шару ґрунту, ніж у разі застосування інших способів обробітку ґрунту.

Отже, проведений аналіз джерел наукової літератури свідчить про вагомe значення обробітку ґрунту у регулюванні його вологості, створенні кращих умов для росту і розвитку кукурудзи. Однак серед науковців немає одноголосної думки щодо найбільш доцільного способу та глибини основного обробітку ґрунту в технології вирощування культури. З огляду на вищенаведене актуальним є проведення досліджень із вивчення ефективності різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Мета дослідження

Метою досліджень було з'ясувати вплив різних способів основного обробітку ґрунту на біометричні параметри рослин кукурудзи та формування продуктивності різних за стиглістю гібридів кукурудзи.

Завдання дослідження: вивчити вплив способів обробітку ґрунту на лінійні розміри рослин кукурудзи; визначити урожайність зерна кукурудзи у разі застосування різних способів основного обробітку ґрунту.

Матеріали і методи

Короткотерміновий польовий дослід проведено у відділі наукових досліджень з питань землеробства та кормовиробництва Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2019–2020 рр.

Земельна ділянка, де проводили дослідження, представлена чорноземом типовим малогумусним. За механічним складом цей тип ґрунту відноситься до важкого суглинку. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки має такі показники: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,85 %, 20–40 см – 3,91 % і на глибині 150–170 см – 0,71 %. Результати агрохімічного обстеження свідчать, що ґрунти дослідного поля добре забезпечені основними елементами мінерального живлення рослин. Вміст мг азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) в орному шарі, становить 11–13 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 10–15 мг, обмінного калію (за Чириковим) – 16–20 мг.

Територія Полтавської області характеризується помірно-континентальним кліматом, з нестійким зволоженням, холодною зимою і жарким, нерідко посушливим літом. Згідно з багаторічними даними агрометеорологічних спостережень, середня температура повітря становить 7,7 градуса, а річна сума атмосферних опадів дорівнює 508 мм. За період вегетації кукурудзи (третьа декада квітня – вересень) середня температура повітря становить 16,9°C.

За вищезазначений період сума опадів дорівнює 265 мм. Характер погодних умов упродовж періоду вегетації у роки проведення досліджень мав свої особливості. Так, більш сприятливі для кукурудзи погодні умови були 2020 року, де за період вегетації сума опадів становила 310 мм, середня температура повітря – 18,7°C, а гідротермічний коефіцієнт – 0,97. Період вегетації 2019 р., виявився більш посушливим, сума опадів дорівнювала 147 мм, середня температура повітря – 19,4°C, а ГТК – 0,45.

Схема досліді передбачала дослідження двох чинників:

А – гібриди кукурудзи різних груп (ранньостиглий ДН Патріот, середньоранній ДН Фієста, середньостиглий ДН Джулія);

В – способи основного обробітку ґрунту (1. Полицевий обробіток (оранка на глибину 20–22 см). 2. Безполицевий обробіток (плоскорізний обробіток на глибину 14–16 см). 3. Безполицевий обробіток (поверхневий обробіток на глибину 8–10 см)).

Посівна площа ділянки становила 140 м², а облікова – 52,5 м². Повторність варіантів у досліді триразова. Розміщення варіантів і повторень на площі рендомізоване. Сівбу гібридів кукурудзи проводили широкорядним способом (ширина міжрядь 0,7 м). Норма висіву насіння розрахована на кінцеву густоту рослин: для ранньостиглого гібрида – 70, середньораннього – 60, середньостиглого – 50 тис. рослин/га. Попередником кукурудзи в досліді була соя.

Згідно із програмою досліджень було проведено такі обліки та спостереження. Висоту рослин визначали у 50 рослин з двох несуміжних повторень досліді [11].

Таблиця 1

Вплив способів основного обробітку ґрунту на висоту рослин гібридів кукурудзи на час фази цвітіння волотей, см (середнє 2019–2020 рр.)

Гібриди різних груп стиглості (А)	Способи основного обробітку ґрунту (В)		
	Полицевий (оранка на 20–22 см)	Безполицевий (плоскорізний обробіток на 14–16 см)	Безполицевий (поверхневий обробіток на 8–10 см)
ДН Патріот (ранньостиглий)	235,2	228,6	227,2
ДН Фієста (середньоранній)	222,4	219,0	215,8
ДН Джулія (середньостиглий)	227,4	222,0	226,4

Результати обліку урожайності свідчать про різну реакцію гібридів кукурудзи на способи основного обробітку ґрунту (табл. 2). Так, ранньостиглий гібрид ДН Патріот та середньоранній гібрид ДН Фієста найвищий рівень зернової продуктивності формували за умови полицевого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см. Водночас у разі вирощування вищенаведених гібридів культури на фоні безполицевого основного

обліку урожайності кукурудзи проводили суцільно з облікової площі ділянки шляхом ручного видалення качанів. Одночасно відбирали проби качанів для визначення вологості і виходу зерна. Урожайність з облікової ділянки перераховували на один гектар за умови стандартної вологості зерна (14 %).

Статистичний обробіток одержаних даних проводили методом дисперсійного аналізу [8].

Результати та їх обговорення

Аналіз результатів досліджень свідчить про чітко виражений вплив способів основного обробітку ґрунту на лінійні розміри рослин гібридів кукурудзи (табл. 1). Так, за даними досліді виявлено, що у фазу цвітіння волотей найбільшою висотою вирізнялися рослини гібридів ДН Патріот, ДН Фієста, ДН Джулія за умови вирощування на фоні полицевого обробітку ґрунту. У разі проведення безполицевого основного обробітку ґрунту, зокрема плоскорізного на 14–16 см та поверхневого на 8–10 см, відзначено зменшення висоти рослин, відповідно на 2,8 і 3,4 %; 1,5 і 3,0 %; 2,4 і 0,4 % порівняно з оранкою на глибину 20–22 см, що, можливо, пов'язано із гіршими умовами для вологозабезпечення та мінерального живлення рослин кукурудзи.

За результатами досліджень виявлено, що середньостиглий гібрид ДН Джулія формував практично однакові лінійні розміри рослин на фоні оранки та поверхневого обробітку ґрунту, що зумовлено індивідуальною, менш вираженою реакцією цього біотипу кукурудзи на спосіб і глибину розпушування ґрунту.

обробітку ґрунту, зокрема плоскорізного на 14–16 см і поверхневого на 8–10 см, спостерігали зниження урожайності порівняно з оранкою на 20–22 см, відповідно на 5,5 і 1,9 та 5,1 і 2,2 %. Варто зазначити, що згідно з даними дисперсійного аналізу різниця в урожайності гібридів ДН Патріот і ДН Фієста, порівнюючи їхнє вирощування на фоні полицевого і безполицевого обробітку ґрунту, є істотною.

Таблиця 2

Урожайність гібридів кукурудзи за умови різних способів основного обробітку, т/га (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібриди різних груп стиглості (А)	Способи основного обробітку ґрунту (В)		
	Полицевий (оранка на 20–22 см)	Безполицевий (плоскорізний обробіток на 14–16 см)	Безполицевий (поверхневий обробіток на 8–10 см)
ДН Патріот (ранньостиглий)	6,17	5,83	6,05
ДН Фієста (середньоранній)	6,93	6,58	6,78
ДН Джулія (середньостиглий)	6,87	6,72	7,15
НІР _{0,95}	фактор А – 0,07–0,11 т/га; фактор В – 0,07–0,11 т/га; взаємодія факторів АВ – 0,12–0,19 т/га.		

Що стосується зернової продуктивності середньостиглого гібрида ДН Джулія, то спостерігаємо її максимальне значення на варіанті із поверхневим обробітком ґрунту на 8–10 см. Порівняно із варіантом плоскорізного обробітку і полицевої оранки приріст урожайності зерна становив, відповідно 0,28 і 0,43 т/га або 4,1 і 6,4 %.

Отже, результати дворічних (2019–2020) досліджень свідчать, що способи основного обробітку ґрунту істотно впливають на біометричні параметри рослин та урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Виявлено істотне зниження урожайності ранньостиглого гібрида ДН Патріот та середньораннього – ДН Фієста за умови вирощування на фоні безполицевого основного обробітку ґрунту порівняно з оранкою. Водночас оберненою була реакція середньостиглого гібрида ДН Джулія на варіанти обробітку ґрунту. Такі ж тенденції виявлено за результатами досліджень М. R. Gomma із спів-авторами [17], найвищу врожайність зерна кукурудзи було отримано у разі традиційного обробітку ґрунту. Така технологія обробітку ґрунту забезпечила покращення доступності поживних речовин і вологи для кореневої системи, що врешті-решт призвело до збільшення врожайності зерна. Ці результати також узгоджуються з висновками В. Gul із колегами [18]. Згідно з даними експерименту, значно вищий біологічний урожай був отриманий у разі застосування традиційного обробітку ґрунту порівняно з мінімальним. На їхню думку, це може бути пов'язано із кращою доступністю поживних речовин завдяки утворенню більшої кількості корневих волосків у добре розпушеному ґрунті. К. Nabtegebrial та ін. [19] також виявили схожі результати впливу способів обробітку ґрунту на урожайність зерна кукурудзи.

Висновки

Встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу України кращі умови для формування біометричних параметрів рослин та високої продуктивності ранньостиглого гібрида кукурудзи ДН Патріот та середньораннього – ДН Фієста створюються за умови їх вирощування на фоні полицевого обробітку на глибину 20–22 см, де урожайність становила, відповідно 6,17 і 6,93 т/га. Для середньостиглого гібрида Джулія ефективнішим було проведення поверхневого обробітку ґрунту на 8–10 см, при якому урожайність зерна дорівнювала 7,15 т/га або була вищою на 0,28 т/га порівняно з оранкою на 20–22 см і на 0,43 т/га, відносно плоскорізного обробітку на 14–16 см.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних способів основного обробітку ґрунту на акумулювання і використання вологи та ступінь забур'яненості, видовий склад сегетальної рослинності у посівах кукурудзи.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., & Shakalii, S. M. (2022). Formuvannya produktyvnoho potentsialu hibrydiv kukurudzy za hrupamy styhlosti. *Ahrarni Innovatsii*, 13, 7–11. <https://doi.org/10.32848/ahar.innov.2022.13.1> [in Ukrainian]
2. Bahan, A. V., Shakaliy, S. M., Yurchenko, S. O., Ivashchenko, V. M., Barabolia, O. V., & Pokotylo, A. V. (2022). Formation of biometric indicators and yield level of corn hybrids by maturity groups. *Interagency Thematic Scientific Collection «Irrigated Agriculture»*, 77, 5–8. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.1>
3. Vozhehova, R. A., Isakova, H. M., Maliarchuk, A. S., Kotelnikov, D. I., & Halchenko, N. M. (2021). Produktivnist kukurudzy za minimizovanoho obrobittu ґruntu ta orhano-mineralnykh system udobrennia na zroshenni Pivdnia Ukrainy. *Ahrarni Innovatsii*, 5, 123–127. <https://doi.org/10.32848/ahar.innov.2021.5.20> [in Ukrainian]
4. Gangur, V. V., Yermenko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 117, 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>
5. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2017). Produktivnist korotkorotatsiinykh sivozmin za maksimalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvolozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1, 2, 313–319. [in Ukrainian]
6. Hanhur, V., & Rudenko, V. (2023). Biometric parameters of plants and maize (*Zea mays* L.) productivity depending on sowing period. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 36–41. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.07>
7. Yermakova, L. M., & Krestianinov, Ye. V. (2016). Maize yields in reliance on fertilizers and hybrids on dark gray ashed soils. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 63–65. <https://doi.org/10.31210/visnyk2016.04.12>
8. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [in Ukrainian]
9. Lebid, Ye. M., Desiatnyk, L. M., Lorynets, F. A., Fedorenko, I. Ie., & Lib, I. M. (2014). Produktivnist kukurudzy na zerno v parovii lantsi sivozmin zalezno vid obrobittu hruntu ta udobrennia. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 7, 108–111. [in Ukrainian]
10. Len, O. I., Totskiy, V. M., Hanhur, V. V., & Yermenko, L. S. (2021). The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
11. Volkodav, V. V. (Ed.) (2000). *Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur*. Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprobuvanni ta okhoroni sortiv roslyn. Kyiv [in Ukrainian]
12. Totskiy, V. M., & Len, O. I. (2020). Corn hybride performance depending on fertilizers and basic tillage. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 199–205. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207173>
13. Filonenko, S. V. (2013). Formation of grain productivity of maize under different soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 56–60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.09>
14. Agostini, M. A., Studdert, G. A., Martino, S. S., Costa, J. L., Balbuena, R. H., Ressler, J. M., Mendivil, G. O., & Lázaro, L. (2012). Crop residue grazing and tillage systems effects on soil physical properties and corn (*Zea mays* L.) performance. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (2), 271–282. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162012000200007>
15. Dimnes, D. L., Karlen, D. L., Jaynes, D. B., Kaspar, T. C., Hatfield, J. L., Colvin, T. S., & Cambardella, C. A. (2002). Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. *Agronomy Journal*, 94, 1, 153–171. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.1530>

16. Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K., & Prasanna, B. M. (2022). Global maize production, consumption and trade: trends and R & D implications. *Food Security*, 14 (5), 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
17. Gomma, M. R., Gibbons, A. K., & Ei, D. (2002). Maize grain yield as influenced by nitrogen levels with and without organic manures under different tillage systems. *Annals of Agricultural Sciences*, 40, 723–739.
18. Gul, B., Marwat, K. B., Hassan, G., Khan, A., Hashim, S., & Khan, I. A. (2009). Impact of tillage, plant population and mulches on biological yield of maize. *Pakistan Journal of Botany*, 41 (5), 2243–2249.
19. Habtegebrail, K., Singh, B. R., & Haile, M. (2007). Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. *Soil and Tillage Research*, 94 (1), 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.07.002>
20. Halvorson, A. D., Wienhold, B. J., & Black, A. L. (2001). Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. *Agronomy Journal*, 93 (4), 836–841. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.934836x>
21. Lipiec, J., Medvedev, V. V., Birkas, M., Dumitru, E., Lyndina, T. E., Rousseva, S., & Fulajtar, E. (2003). Effect of soil compaction on root growth and crop yield in Central and Eastern Europe. *International Agrophysics*, 17 (2), 61–69.
22. Peng, Z., Yang, H., Li, Q., Cao, H., Ma, J., Ma, S., Qiao, Y., Jin, J., Ren, P., Song, Z., & Liu, P. (2023). Tillage practices affected yield and water use efficiency of maize (*Zea mays* L., Longdan No.8) by regulating soil moisture and temperature in semi-arid environment. *Water*, 15 (18), 3243. <https://doi.org/10.3390/w15183243>
23. Vozzhova, R. A., Maliarchuk, M. P., Biliaieva, I. M., Markovska, O. Y., Maliarchuk, A. S., Tomnytskyi, A. V., Lykhovyd, P. V., & Kozyrev, V. V. (2019). The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 125–130. <https://doi.org/10.15421/011917>
24. Yin, W., Chen, G., Feng, F., Guo, Y., Hu, F., Chen, G., Zhao, C., Yu, A., & Chai, Q. (2017). Straw retention combined with plastic mulching improves compensation of intercropped maize in arid environment. *Field Crops Research*, 204, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.01.005>

ORCID

V Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



2024 Hanhur V. and Rudenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The impact of sowing time on corn yield capacity

O. Barabolia  | I. Kosenko

Article info

Correspondence Author

O. Barabolia

E-mail:

olga.barabolia@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Barabolia, O., & Kosenko, I. (2024). The impact of sowing time on corn yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 41–46. doi: 10.31210/spi2024.27.01.07

The research was conducted as to studying the effect of sowing time on corn hybrids' yield capacity under climate change. The investigation was made during 2021–2023 in field conditions of a farm in Pyriatyn territorial community of Poltava region. Mid-ripening DKC 3939 and DKC 4408 corn hybrids were taken as the research objects. The preliminary study of weather conditions calculated by hydro-thermal moistening coefficient showed that April was humid enough, but insufficiently warm, which affected corn yield, sown on April 5. The yield of 84.7–98.5 hundredweight/ha for both hybrids was obtained, which was the lowest indicator in comparison with other sowing periods. However, the yield was higher than the average level in Ukraine (56.2–76.8 hundredweight/ha) and in Poltava region (64.5–85.1 hundredweight/ha). It has been substantiated that rather early corn seeding in insufficiently warmed soil extends the duration of the period from sowing to seedlings, and thus, the plant general vegetation, which decreases the yield. Seeding the corn on April 20 was more favorable and enabled to increase the yield capacity of DKC 3939 hybrid by 10.8–20.1 % (at the level of 95.3–110.7 hundredweight/ha), while that of DKC 4408 hybrid – by 3.0–14.0 % (89.1–112.3 hundredweight/ha). Moreover, DKC 3939 hybrid had higher yield than DKC 4408 when sown on April 20 in 2021 and 2023 – by 6.5 and 9.4 %, respectively. When sown on May 5, still higher yields for all the hybrids were received owing to favorable conditions at the beginning of growth and development (more warmed soil and sufficient soil moisture content). The yield of DKC 3939 hybrid was at the level of 98.7–112.4 hundredweight/ha (with the maximal indicator in 2023), while the yield of DKC 4408 hybrid was 93.2–114.5 hundredweight/ha (2022 was the most yielding). Thus, under unstable moistening and changeable temperature conditions, DKC 3939 hybrid turned out to be the most yielding when it was sown on May 5. The main factors affecting corn yields are sowing date and variety selection, including soil fertility, temperature and precipitation. The timing of sowing plays a key role in maximising corn yields and grain quality, as delayed sowing can lead to a linear decline in grain yields.

Keywords: climate, temperature conditions, precipitation, hydro-thermal moistening coefficient, hybrid, vegetation.

Вплив строків сівби на врожайність кукурудзи

O. В. Бараболя | I. В. Косенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Проведено дослідження щодо вивчення впливу строків сівби на врожайність гібридів кукурудзи за умов змін клімату. Дослідження проведено протягом 2021–2023 років у польових умовах фермерського господарства Пирятинської територіальної громади Полтавської області. Об'єктами дослідження обрано середньостиглі гібриди кукурудзи ДКС 3939 і ДКС 4408. Попереднє дослідження погодних умов за розрахованим гідротермічним коефіцієнтом зволоження засвідчило, що квітень був достатньо вологим, тільки недостатньо стабільно теплим, що відобразилося на врожайності кукурудзи, посіяної 5 квітня. Отримано врожайність обох гібридів у межах 84,7–98,5 ц/га, що є найменшим показником порівняно з іншими строками сівби, однак вищим за середній рівень по Україні (56,2–76,8 ц/га) і Полтавській області (64,5–85,1 ц/га). Обґрунтовано, що достатньо ранній посів кукурудзи у недостатньо прогрітій ґрунт продовжує тривалість періоду від сівби до сходів, а отже, і загальної вегетації рослини, що зменшує врожайність. Посів кукурудзи 20 квітня був більш сприятливим і дозволив збільшити врожайність гібрида ДКС 3939 на 10,8–20,1 % (на рівні 95,3–110,7 ц/га), тоді як гібрида ДКС 4408 – на 3,0–14,0 % (89,1–112,3 ц/га). За такої умови гібрид ДКС 3939 показав більшу врожайність відносно ДКС 4408 у разі посіву 20 квітня 2021 і 2023 років – на 6,5 і 9,4 % відповідно. У разі посіву 5 травня отримано ще більшу врожайність за всіма гібридами завдяки сприятливим умовам на початку росту та розвитку (більш прогрітому ґрунту та достатній вологості). Врожайність гібрида ДКС 3939 була на рівні 98,7–112,4 ц/га (з максимумом 2023 року), тоді як врожайність гібрида ДКС 4408 – 93,2–114,5 ц/га, де найбільш врожайним був 2022 рік. Отже, за умов нестабільного зволоження та мінливого температурного режиму найбільш урожайним виявився гібрид кукурудзи ДКС 3939 за умови посіву 5 травня.

Ключові слова: клімат, температурний режим, опади, гідротермічний коефіцієнт зволоження, гібрид, вегетація.

Бібліографічний опис для цитування: Бараболя О. В., Косенко І. В. Вплив строків сівби на врожайність кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 41–46.

Вступ

Кукурудза (*Zea mays* L.) є третьою за значенням зерновою культурою після пшениці та рису. Значні площі вирощування цієї культури знаходяться у помірних, тропічних і субтропічних регіонах світу. Зерно кукурудзи є цінним джерелом білка (10,4 %), жиру (4,5 %), крохмалю (71,8 %), вітамінів і мінеральних речовин, таких як кальцій, фосфор і сірка. Воно також є сировиною для виробництва крохмалю та використовується для приготування багатьох продуктів [1].

Основними факторами, що впливають на врожайність кукурудзи, є строк сівби та вибір сорту, зокрема родючість ґрунту, температурний режим і опади [2]. Терміни посіву відіграють вирішальну роль у максимізації врожайності кукурудзи і якості зерна [3, 4], оскільки затримка строків посівів може призвести до лінійного зниження врожайності зерна [5]. Також стверджується, що рання посадка навесні є оптимальною і ефективнішою, тоді як затримка строків посіву призводить до зниження врожайності зерна кукурудзи.

Крім того, середовище вирощування також може впливати на якість і склад зерен кукурудзи [6]. У дослідженні [7] спостерігали помітний вплив строків сівби на врожайність кукурудзи та її компоненти. В результаті ранній строк сприяв підвищенню продуктивності зерна кукурудзи і якості, оскільки рослини досягають своєї фізіологічної зрілості до настання низьких температур. Тоді як затримка посіву призвела до скорочення днів фази формування китиць, шовку, тривалості збору врожаю, співвідношення свіжої маси листя до загальної маси силосу та, зрештою, врожаю зерна [8]. З цього приводу дослідження [9, 10] продемонстрували, що ранній строк сівби кукурудзи корелюють із потенційно оптимальними ґрунтовими та кліматичними умовами, тоді як пізній строк піддає рослини кукурудзи скороченню вегетаційного періоду, низьким температурам градусів і зменшенню кількості сонячного тепла. Крім того, неоптимальні умови навколишнього середовища можуть обмежити виробництво насіння через асинхронні процеси (наприклад, несприятливий вплив на швидкість росту та фенологію сільськогосподарських культур, перешкоджаючи засвоєнню макроелементів і процесам синтезу) [11]. Оскільки кукурудза є літньою культурою, то пізні строки сівби обмежують її продуктивність через невеликий час для завершення життєвого циклу [12, 13].

Дослідження [14, 15] показало, що пізні строки сівби кукурудзи спричиняють значне зниження як біомаси, так і врожайності зерна. Також терміни посіву впливали на фенологію культури (кількість днів до появи китиць, шовковистість і зрілість), морфологію (висоту рослини, висоту колоса, включаючи довжину колоса), ознаки врожайності (кількість рядків у колосі, кількість зерен у колосі, вагу 1000 зерен).

Особливої актуальності вивчення впливу строків сівби на врожайність кукурудзи набуло із глобальним потеплінням і зміною клімату, оскільки згідно з

прогнозами NASA врожаї кукурудзи до 2030 року можуть знизитися на чверть [16]. Також згідно з висновками Центру досліджень сільськогосподарських ландшафтів Ляйбніци зміна клімату в Європі буде супроводжуватися зменшенням опадів, а сухий стрес негативно впливає на кукурудзу та призводить до зменшення її врожайності. Отже, сільськогосподарським виробникам Європи необхідно брати до уваги те, що проблема посухи незабаром може стати постійною. Тому вже доцільно сконцентруватися на нових посухостійких сортах і гібридах сільськогосподарських культур, налагодити встановлення зрошувальних систем [17, 18]. Отже, зміни клімату призводять до змін агрокліматичних умов вирощування кукурудзи, котрі впливають на зміну темпів розвитку культури, показники формування продуктивності, що значно відзначається на рівні врожайності [19].

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні впливу строків сівби на врожайність кукурудзи за умов змін клімату.

Завдання дослідження:

- здійснити оцінку кліматичних умов за допомогою гідротермічного коефіцієнта зволоження за роки досліджень;
- проаналізувати врожайність дослідних гібридів кукурудзи за строками посіву;
- зробити висновки щодо найбільш сприятливого строку посіву для отримання максимальної врожайності за умови нестабільних погодних умов.

Матеріали і методи

Дослідження було закладене впродовж 2021–2023 років у польових умовах ТОВ «Малютинці-АГРО» Пирятинської територіальної громади (Лубенський район) Полтавської області. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий малогумусний на лесових породах, який має помірну агрохімічну оцінку $N_3P_4K_3$ і добру родючість (80–87 балів) [20]. На території Пирятинської територіальної громади протікають річки Удай (протяжністю – 327 км) і Перевод (протяжністю – 50 км). Ландшафт території Пирятинської громади представляє собою лівобережну заплаву низького рівня з декількома підвищеннями, котрі вкриті трав'янистим покривом або лісом природного походження [21].

Матеріалом дослідження обрано два гібриди кукурудзи, які мають зубовидний вид зерна, і характеризуються [22, 23]:

- ДКС 3939 (ФАО 320) виробництва Байер, середньостиглий, рекомендована зона – Степ, висота рослин – 220–250 см, висота кріплення качана – 100–110 см, зерен у ряду – 38–44, кількість рядів зерен – 14–18, маса 1000 зерен – 300–350 г;
- ДКС 4408 (ФАО 340) виробництва Монсанто, середньостиглий, рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ, висота рослин – 230–250 см, висота кріплення качана – 105–115 см, зерен в ряду – 37–43,

кількість рядів зерен – 16–18, маса 1000 зерен – 290–330 г.

Закладення дослідів, оцінювання й аналіз отриманих результатів проводили згідно з методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур [24] і «Методики польового дослідю» [25]. Площа загальної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Повторність дослідів – трикратна. Розміщення посівів – рендомізованим методом.

Використана загальноприйнята технологія вирощування кукурудзи для зони Лісостепу. Попередник – соя. Проведено основний обробіток ґрунту після збору попередника – дискування глибиною 6–8 см. Восени виконано оранку на глибину 23–25 см. Норма висіву – 72 тис./га з шириною міжряддя – 70 см. Навесні проведено закриття вологи – культивування на глибину загортання насіння. Внесені добрива під гібрид ДКС 3939 – карбамід (150 кг/га) з посівом, ДКС 4408 – КАС 32 (150 л/га). Посів на глибину 6 см виконано у такі терміни: 5 квітня, 20 квітня, 5 травня.

Результати та їх обговорення

Клімат на території Пирятинської територіальної громади помірно-континентальний, переважно м'який і достатньо вологий. Зима нестійка, малосніжна, порівняно тепла, літо помірно вологе та тепле. За рік середня температура повітря становить 7,6–8,6 °С, а завдяки наявності двох річок забезпечується позитивний режим зволоження та створюється загалом позитивний баланс вологи у ґрунті [21].

Отже, погодно-кліматичні та ґрунтові умови господарства дозволяють отримувати вищий врожай кукурудзи, ніж по області й взагалі по Україні (рис. 1). Наприклад, 2021 року середня врожайність по господарству становила 92 ц/га, що на 42,6 і 63,7 % більше, ніж по області й Україні відповідно. 2022 року урожайність кукурудзи в дослідному господарстві зросла на 18,5 % або 17 ц/га, що вище за обласні та національні показники на 28,1 і 41,9 % відповідно.

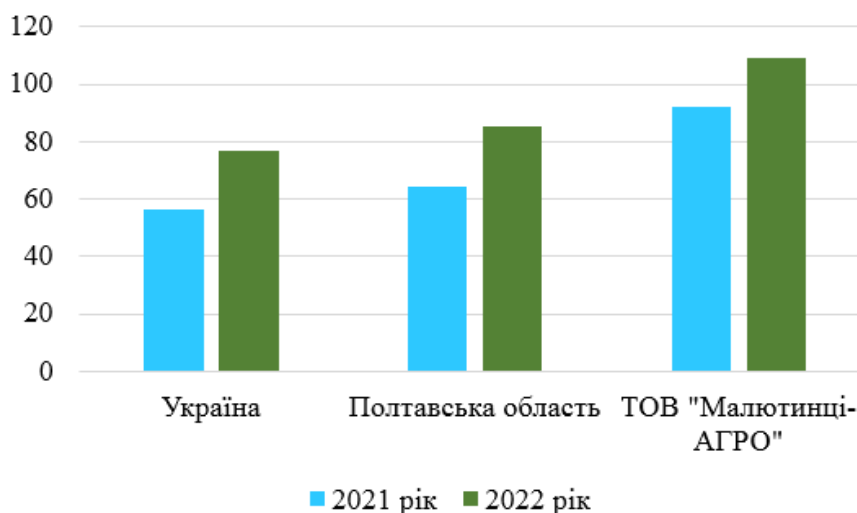


Рис. 1. Динаміка врожайності кукурудзи, 2021–2022 роки, ц/га

Джерело: побудовано за [26].

В умовах Лісостепу гарними попередниками для кукурудзи на зерно є пшениця озима, люпин, зернобобів, картопля, що, зважаючи на її високу потребу в поживних речовинах (особливо в азоті), зумовлює найкращого попередника для кукурудзи – зернобобів чи сидерати. Тому в дослідному господарстві кукурудза сіється після сої, що сприяє отриманню вищих урожаїв, ніж по області (див. рис. 1).

Відомо, що в період вегетації рослин особливо істотна роль належить запасу доступної вологи у ґрунті. Для кукурудзи найбільше значення має не сумарна кількість опадів за час вегетації, а якраз наявність цієї вологи у критичні для культури періоди: при переході на живлення власних коренів, у фазу цвітіння та період наливу зерна [27]. Також для набухання та проростання насінню кукурудзи необхідно приблизно 40 % вологи [28].

Погодні умови періоду вегетації кукурудзи протягом дослідного періоду мали певні особливості.

Отже, проаналізувавши температурний режим і опади протягом вегетаційного періоду кукурудзи 2021–2023 років, доцільно зазначити, що за агрометеорологічними показниками досліджувані роки значно відрізнялися, а це по-різному впливає на формування врожайності культури.

За проведеними розрахунками гідротермічного коефіцієнта зволоження (ГТК) видно, що у квітні й травні було достатньо волого (ГТК = 1,0–1,5), а 2022 року – навіть надмірно волого (ГТК > 1,5). Це досить позитивно вплинуло на ріст і розвиток кукурудзи за умови відповідного температурного режиму. Тоді як вже у червні 2022 року була середня посуха (ГТК < 0,65), а в липні цього ж року – достатньо волого. До того ж червень 2021 і 2023 років характеризувався достатньою вологою, а липень – сильною та середньою посухою. У серпні–вересні 2021–2022 років рівень зволоження коливався від слабкої посухи до надмірно вологого, тоді як 2023 року – сильна посуха (див. рис. 2).

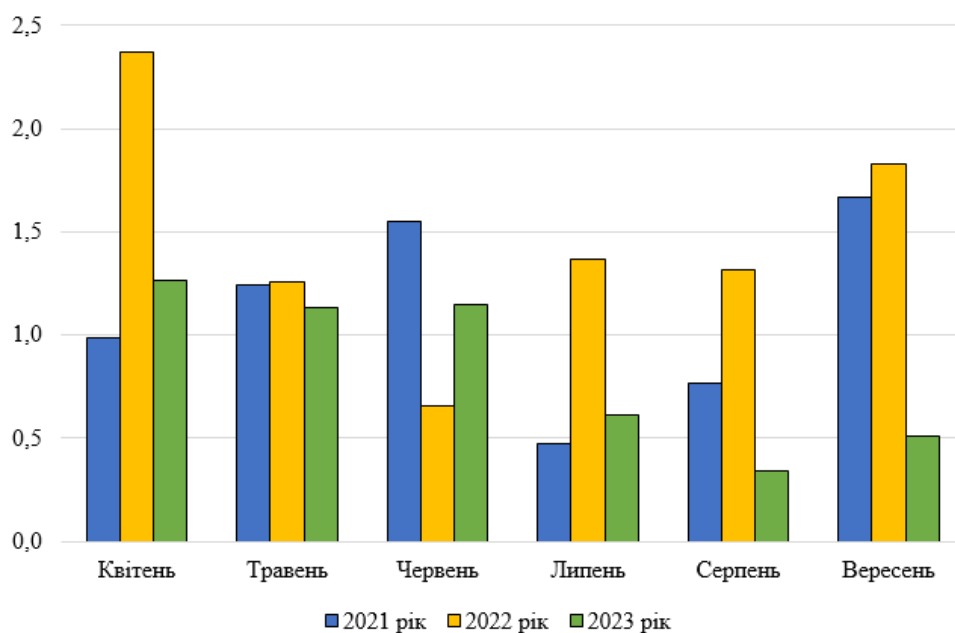


Рис. 2. Динаміка гідротермічного коефіцієнта зволоження Г. Т. Селянінова, 2021–2023 рр.

Оптимальним строком сівби кукурудзи вважається час, коли настає стійке прогрівання ґрунту до 8–10 °С (за температури повітря 12–15 °С), що відповідає часовому проміжку із середини квітня до середини травня [29]. Отже, у разі посіву 5 квітня було отримано найменший рівень урожайності культури обох гібридів за всі роки досліджень (див. табл. 1), оскільки ґрунт був недостатньо

прогрітий (середня температура коливалась від 5 °С 2022 року до 13,8 °С 2023 року з нестабільними циклами). До того ж урожайність гібрида ДКС 4408 була вищою за урожайність гібрида ДКС 3939 у середньому на 2,1–3,9 %, що пов'язано з його більшою вимогливістю до вищих температур (орієнтований для вирощування в Степу).

Таблиця 1

Урожайність дослідних гібридів кукурудзи за різних строків сівби, середнє за 2021–2023 рр., ц/га

Гібриди	2021 рік			2022 рік			2023 рік		
	5.04	20.04	5.05	5.04	20.04	5.05	5.04	20.04	5.05
ДКС 3939	84,7	95,3	98,7	96,4	106,8	109,2	92,2	110,7	112,4
ДКС 4408	86,5	89,1	93,2	98,5	112,3	114,5	95,8	100,3	104,3

Посів кукурудзи 20 квітня відбувався за середньої температури 7,5–9 °С, однак вже через 2–3 дні середньодобова температура була вище 10 °С, що сприяло більшій урожайності кукурудзи, ніж при посіві 5 квітня (див. табл. 1). Так, урожайність гібрида ДКС 3939 завдяки пізнішому терміну посівів була вищою на: 12,5 % 2021 року; 10,8 % 2022 року; 20,1 % 2023 року. Врожайність гібрида ДКС 4408 теж збільшилася через більш пізній термін посіву на 3,0, 14,0 і 4,7 % 2021–2023 років відповідно. За такої умови гібрид ДКС 3939 показав більшу урожайність відносно ДКС 4408 за умови посіву 20 квітня 2021 і 2023 років – на 6,5 і 9,4 % відповідно.

За умови посіву 5 травня отримано ще більшу урожайність усіх гібридів завдяки сприятливим умовам на початку росту та розвитку (більш прогрітому ґрунту та достатній вологості). Отже, урожайність гібрида ДКС 3939 становила 98,7–112,4 ц/га, зростаючи протягом 2021–2023 років, тоді як урожайність гібрида ДКС 4408 перебувала у межах 93,2–114,5 ц/га, де найбільш урожайним був 2022 рік (на 4,9 % більше за гібрид ДКС 3939).

Отже, за умови раннього посіву (5 квітня) найбільшу урожайність можна отримати з гібрида ДКС 4408 – 93,6 ц/га, що на 2,7 % більше, ніж середня урожайність гібрида ДКС 3939. Тоді як останній має більшу урожайність за більш пізніх строків посів – 104,3 ц/га (20 квітня) та 106,8 ц/га (5 травня), що на 3,7 і 2,7 % більше відповідних показників гібрида ДКС 4408. Середня урожайність за роками досліджень гібрида ДКС 3939 коливалась у межах 92,9–105,1 ц/га, а гібрида ДКС 4408 – 89,6–108,4 ц/га.

Оцінюючи результати, доцільно зазначити, що строки посівів кукурудзи мають відбуватися не за календарними датами, а за сприятливими погодно-кліматичними умовами, коли ґрунт буде стабільно прогрітий понад 10 °С при значній вологості. Отже, не доцільно за умов нестабільного клімату планувати посів кукурудзи декілька років поспіль на одну календарну дату. Доречніше застосовувати щорічно дані щодо настання оптимальної температури та вологості ґрунту для проростання насіння кукурудзи.

Висновки

Отже, через швидкі темпи зміни клімату, наявність гібридів кукурудзи нового покоління, які мають різну адаптивність до умов вирощування, відрізняються агротехнічними заходами та потенційною врожайністю є доцільним вивчення найбільш сприятливих строків сівби. За результатами проведених досліджень упродовж 2021–2023 років із залученням двох гібридів ДКС 3939 (FAO 320) і ДКС 4408 (FAO 340) було визначено оптимальні строки сівби, за яких отримано найбільшу врожайність. Попереднє дослідження погодних умов за розрахованим гідротермічним коефіцієнтом зволоження засвідчило, що квітень був достатньо вологим, тільки недостатньо стабільно теплим, що відобразилося на врожайності кукурудзи, посіяної 5 квітня. Так, отримано врожайність обох гібридів у межах 84,7–98,5 ц/га. Посів кукурудзи 20 квітня був більш сприятливим і дозволив збільшити врожайність гібрида ДКС 3939 на 10,8–20,1 %, тоді як гібрида ДКС 4408 – на 3,0–14,0 %. За посіву 5 травня отримано ще більшу врожайність всіх гібридів завдяки сприятливим умовам на початку росту та розвитку (більш прогрітому ґрунту та достатній вологості). Урожайність гібрида ДКС 3939 була до 98,7–112,4 ц/га, тоді як урожайність гібрида ДКС 4408 – 93,2–114,5 ц/га, де найбільш урожайним був 2022 рік.

Перспективи подальших досліджень передбачають аналіз продуктивності гібридів кукурудзи за строками сівби.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Liashenko, V. V., Liashenko, Y. S., & Podoliak, V. A. (2021). Formation of maize hybrids grain productivity depending on sowing rate. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 97–105. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.11>
2. Ramankutty, N., Foley, J. A., Norman, J., & McSweeney, K. (2002). The global distribution of cultivable lands: current patterns and sensitivity to possible climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 11 (5), 377–392. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822x.2002.00294.x>
3. Abaza, A. S. D., Elshamly, A. M. S., Alwahibi, M. S., Elshikh, M. S., & Ditta, A. (2023). Impact of different sowing dates and irrigation levels on NPK absorption, yield and water use efficiency of maize. *Scientific Reports*, 13 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40032-9>
4. Zakaria, O. E., El-Rouby, M. M., & Hemeid, M. M. (2020). Grain quality of maize cultivar Giza 168 as affected by levels of irrigation, sowing date, plant density and macronutrients. *Alexandria Science Exchange Journal*, 41 (6), 455–470. <https://doi.org/10.21608/asejaqjsae.2020.127606>
5. Anapalli, S. S., Ma, L., Nielsen, D. C., Vigil, M. F., & Ahuja, L. R. (2005). Simulating planting date effects on corn production using RZWQM and CERES-Maize models. *Agronomy Journal*, 97 (1), 58–71. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0058>

6. Tamagno, S., Greco, I. A., Almeida, H., Di Paola, J. C., Ribes, F. M., & Borrás, L. (2016). Crop management options for maximizing maize kernel hardness. *Agronomy Journal*, 108 (4), 1561–1570. <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0590>
7. Djaman, K., Allen, S., Djaman, D. S., Koudahe, K., Irmak, S., Puppala, N., Darapuneni, M. K., & Angadi, S. V. (2022). Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environmental Challenges*, 6, 100417. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100417>
8. Alipour-Abookheili, F., Mobasser, H.-R., Siavoshi, M., & Golmaei, F. (2019). The effects of seed priming, planting date and density on the silage yield of corn (*Zea mays* L.) in summer delayed sowing. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*, 64 (2), 133–145. <https://doi.org/10.2298/jas1902133a>
9. Parker, P. S., Shonkwiler, J. S., & Aurbacher, J. (2016). Cause and consequence in maize planting dates in Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203 (3), 227–240. <https://doi.org/10.1111/jac.12182>
10. Abbas, G., Ahmad, S., Hussain, M., Fatima, Z., Hussain, S., Iqbal, P., Ahmed, M., & Farooq, M. (2020). Sowing date and hybrid choice matters production of maize-maize system. *International Journal of Plant Production*, 14 (4), 583–595. <https://doi.org/10.1007/s42106-020-00104-6>
11. Elshamly, A. M. S. (2023). Minimizing the adverse impact of drought on corn by applying foliar potassium humate combined with chitosan. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23 (2), 1913–1929. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01146-1>
12. Akmal, M., Ahmed, N., Amanullah, Bibi, F., & Ali, J. (2014). *Climate change and adaptation farmers experience from rainfed areas of Pakistan*. Peshawar, Pakistan: Inter cooperation, climate change center, The University of Agric.
13. Hanif, M., & Ali, J. (2014). *Climate scenarios 201-2014*. Districts Haripur, Sawabi, Attock and Chakwal-Pakistan. Publication, Inter-Cooperation Pakistan.
14. Liaqat, W., Akmal, M., & Ali, J. (2018). Sowing dates effect on production of high yielding maize varieties. *Sarhad Journal of Agriculture*, 34 (1), 102–113.. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2018/34.1.102.113>
15. Liaqat, W., Jan, M. F., & Ahmad, H. (2018). Sowing maize on optimum time in season is unavoidable for higher yield. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 8 (5), 555750. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2018.08.555750>
16. Knysh, O. (2021). Naibilshe klimatychni zminy vplynut na vrozhai pshenytsi ta kukurudzy. *Meta*. Retrieved from: <https://meta.ua/uk/news/science/29720-u-nasa-peredbachayut-scho-zmni-klmatu-vidchutno-poznachatsya-na-vrozhayah-uzhecherez-10-rokv/> [in Ukrainian]
17. Vid zmin klimatu v Yevropi bilshe postrazhdaie kukurudza, nizh pshenytsia – naukovtsi. *GrowHow.in.ua*. Retrieved from: <https://www.growhow.in.ua/vid-zmin-klimatu-v-yevropi-bilshe-postrazhdaye-kukurudza-nizh-pshenytsya-naukovtsi/> [in Ukrainian]
18. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Gorb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Droughts in the context of climate changes in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 134–146. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.18>
19. Kostiukievych, T. K. (2018). Vplyv klimatychnykh zmin na perspektvy vyroshchuvannya kukurudzy v Ukraini. *Vplyv zmin klimatu na otnohenez roslyn: zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Mykolaiiv: MNAU [in Ukrainian]
20. Karta gruntiv Ukrainy. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy#w15> [in Ukrainian].
21. Pryiatynska miska obiednana terytorialna hromada: Investytsiyni pasport (2020). Retrieved from: <http://pledgd.org.ua/wp-content/uploads/2020/03/Piryatynska-OTG-Investpasport.pdf> [in Ukrainian]
22. Kukurudza DKS 3939 (FAO 320). *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-kukurudza/dks-3939-monsanto-id11188> [in Ukrainian]
23. Kukurudza DKS 4408 (FAO 340). *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/nasinnya-kukurudza/dks-4408-monsanto-id10507> [in Ukrainian]
24. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzы sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]

25. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2020). *Metodyka polovoho doslidu*. Odesa: Oldi+ [in Ukrainian]
26. *Roslynnytstvo Ukrainy 2021 rik : statystychnyi zbirnyk*. (2022). Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian]
27. Kalambet, V. Vplyv strukturnykh pokaznykiv na vrozhaunist kukurudzy. *Agro-Online*. Retrieved from: <https://app.agro-online.com/50537/details/> [in Ukrainian]
28. Mazorenko, D. I., Mazniev, H. Ye., & Tishchenko, L. M. (2008). *Tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh i tekhnichnykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy*. Kyiv: NNTs IAE [in Ukrainian]
29. Lysa, A. (2023). «Maksymalni pokaznyky vrozhaiu» – eksperty rozpovily pro optimalni stroky posivu kukurudzy. *Landlord*. Retrieved from: <https://landlord.ua/news/maksymalni-pokaznyky-vrozhaiu-eksperty-rozpovily-pro-optimalni-stroky-posivu-kukurudzy/> [In Ukrainian]

ORCID

O. Barabolia  <https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>



2024 Barabolia O. and Kosenko I. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Effect of the sowing method and fertilization on the onset of winter rape in the Forest-Steppe of Ukraine

I. Korotkova✉ | A. Drobitko

Article info

Correspondence Author

I. Korotkova

E-mail:

2irinakorotkova10@gmail.com

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody Str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Citation: Korotkova, I., & Drobitko, A. (2024). Effect of the sowing method and fertilization on the onset of winter rape in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 47–52. doi: 10.31210/spi2024.27.01.08

Growing demand for winter rape, as a basis for the production of animal feed, edible oil and fuel, with the simultaneous limitation of arable land and climate variability, requires an increase in its production. For this, it is necessary to improve the elements of the agronomic practice of growing this crop in order to ensure successful preparation of plants for winter and exit from it. The study aim is to determine the influence of the sowing method and fertilization on the development of winter rapeseed plants before the onset of winter in the Forest Steppe of Ukraine. Field experiment was carried out in 2023 in the soil and climatic conditions of the Myrhorod district of the Poltava region. The high-yield mid-ripening hybrid Mercedes was selected as the study object, which was sown early (August 9) at the sowing rate of 600,000 seeds per hectare. The influence of row width and fertilization system (width 19 cm in combination with Elixir Zorka NP 16 : 20+30 % SO₃+0,05 % B; width 35 cm with Nanovit Terra NP 9:20:5) on plant development was study during the period of active autumn vegetation. It was established the early sowing period of the Mercedes hybrid was carried out taking into account the weather and climatic conditions, which ensured the biological needs of the culture in active temperatures (1264.2 °C) and precipitation (291 mm), thanks to which the active autumn vegetation of plants lasted 101 days. As a result, with the onset of negative temperatures, the plants went into winter in the phase of BBCH 19 (actually 9–10 true leaves). The winter rapeseed crops density was equal to 30–33 pcs./m² for a row width of 19 cm and 32–34 pcs./m² for a row width of 35 cm under these conditions. Measurements of the root neck diameter of the plants revealed a size of 8 mm at a row spacing of 19 cm and 10 mm – at the row spacing of 35 cm, while the root length was the same – 22 cm. Therefore, in the combination of factors, we can conclude about the optimal development of the plant. Study of the plants state during wintering by the method of monolith selection showed that all the selected plants recovered their vegetation within 7 days of being at a temperature of +19 °C, and there were no dead plants.

Keywords: autumn vegetation, development phases, sowing dates, sowing rates, row width, stand density.

Вплив способу сівби й удобрення на входження в зиму ріпаку озимого в умовах Лісостепу України

I. В. Короткова | А. М. Дробітько

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Зростання попиту на ріпак озимий як основу для виробництва корму для тварин, харчову олію та паливо з одночасним обмеженням орних площ і мінливості клімату вимагає збільшення його виробництва. Для цього необхідно удосконалити елементи агрономічної практики вирощування цієї культури, щоб забезпечити успішну підготовку рослин до зими та виходу з неї. Мета дослідження – визначення впливу способу сівби й удобрення на стан розвитку рослин ріпаку озимого перед входженням у зиму в умовах Лісостепу України. Польові дослідження закладено 2023 року у ґрунтово-кліматичних умовах Миргородського району Полтавської області. Об'єктом дослідження обрано високоврожайний середньостиглий гібрид Мерседес, посів якого здійснено у ранні терміни (9 серпня) при нормі висіву 600 тис. шт./га. Досліджували вплив ширини міжряддя та системи удобрення (ширина 19 см у поєднанні з Elixir Zorka NP 16 : 20+30 % SO₃+0,05 % B; ширина 35 см з Nanovit Terra NP 9 : 20 : 5) на розвиток рослин за період активної осінньої вегетації. Ранній строк сівби гібрида Мерседес було здійснено зважаючи на погодно-кліматичні умови, що забезпечило біологічні потреби культури в активних температурах (1264,2 °C) й опадах (291 мм), завдяки чому активна осіння вегетація рослин тривала 101 день. У результаті рослини з настанням від'ємних температур увійшли в зимівлю у фазі BBCH 19 (фактично 9–10 справжніх листків). За цих умов густина посівів ріпаку озимого дорівнювала 30–33 шт./м² за ширини міжряддя 19 см і 32–34 шт./м² за ширини міжряддя 35 см. Визначено, що діаметр кореневої шийки рослин на міжрядді 19 см становить 8 мм і 10 мм – на міжрядді 35 см, тоді як довжина кореня виявилась однаковою – 22 см. Отже, можна зробити висновок, що сукупність цих факторів позитивно впливає на оптимальний розвиток рослин ріпаку. Дослідження стану рослин під час зимівлі методом відбору монолітів показало, що всі відібрані рослини протягом 7-ми днів перебування при температурі +19 °C відновили вегетацію, загиблі рослини відсутні.

Ключові слова: осіння вегетація, фази розвитку, терміни сівби, норми висіву, ширина міжряддя, густина стояння.

Бібліографічний опис для цитування: Короткова І. В., Дробітько А. М. Вплив способу сівби й удобрення на входження в зиму ріпаку озимого в умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 47–52.

Вступ

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) є найбільш поширеною та важливою сільськогосподарською культурою, яка вирощується головним чином для виробництва продовольчої олії та біопалива [1, 2]. Цінується ріпакова олія холодного віджиму за вміст усіх важливих високомолекулярних карбонових кислот в оптимальному співвідношенні (19–20 % лінолевої, до 9 % ліноленової, 55–63 % олеїнової), жиророзчинних вітамінів (вітаміни Е (19 мг/100 г), К (150 мг/100 г) та провітаміну А (550 мг/100 г), мікроелементів (кальцій, мідь, марганець, магній, цинк тощо) [3].

Після віджиму олії отримують ріпаковий шрот і макуху, які мають високий вміст білка, що дозволяє використовувати їх у тваринництві як харчову основу для різних комбікормів і преміксів [4]. Доцільно зазначити, що в ЄС понад 50 % від загального обсягу використання ріпаку спрямовується на годівлю тварин. Так, ріпаковий шрот містить 17 г/кг сирого жиру, 75 г/кг сирого золи, 124 г/кг сирого клітковини, 321 г/кг безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), 349 г/кг сирого протеїну. Також ріпакова макуха характеризується вмістом 80–150 г/кг сирого жиру, 70 г/кг сирого золи, 112–123 г/кг сирого клітковини, 268–300 г/кг БЕР, 309–337 г/кг сирого протеїну [5].

Ріпак озимий переважно вирощують у Європі, Азії, Північній Америці й Австралії, тоді як найбільшим його імпортером залишається ЄС з часткою ринку 88 %. ЄС здійснює імпорт ріпаку переважно з України (53 %), Австралії (24 %) та Канади (19 %) [6, 7]. До того ж, за прогнозами експертів, 2024 року обсяги виробництва ріпаку в ЄС можуть бути знижені на 7 % (до 18,4 млн т) як результат скорочення посівних площ у більшій частині країн блоку (до 5,6 млн га з майже 6 млн га) [8]. Водночас загальний обсяг переробки ріпаку в ЄС за 9 місяців 2023 р. дорівнював 24,4 млн т [9]. Покриття дефіциту цієї культури, найімовірніше, відбудеться завдяки імпорту з України й Австралії.

Відомо, що Україна входить до десятки найбільших світових виробників ріпаку та до п'ятірки його експортерів [5]. Усередині України зазвичай переробляється тільки 12 % врожаю вітчизняного ріпаку, тоді як решта експортується насінням. Це забезпечує його швидку реалізацію (без необхідності зберігання в умовах війни), прибутковість і стабільні валютні надходження в Україну на тлі збитковості вирощування зернових культур [10].

Під урожай 2022 р. посівні площі ріпаку озимого в Україні становили рекордні за останні 12 років понад 1,4 млн га (урожай зібрано з 1,1 млн га з огляду на доступність через військові дії) [10]. 2023 року площі посівів культури були на рівні 1,2 млн га [11], що зважаючи на дотримання технології вирощування та сприятливих погодних умов, може забезпечити 2024 року більший валовий збір, ніж рекордного 2023 року [12, 13].

Урожайність ріпаку озимого є добутком швидкості росту та тривалості вегетації, що свідчать про потенціал покращення врожайності [14]. Так само ріст і розвиток рослин залежать від кліматичних умов

і методів вирощування сільськогосподарської культури [15]. До того ж одним з визначальних факторів для отримання високих урожаїв ріпаку озимого є підготовка рослин до перезимівлі [16].

Для зменшення рівня пошкодження посівів ріпаку озимого під час зимівлі рекомендується дотримуватися основних рекомендацій: сівба в оптимальні строки, що дозволяє уникнути недостатнього розвитку чи переростання рослин при входженні в зиму; правильний підбір сорту чи гібрида; раціональне та збалансоване внесення мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів і стимуляторів росту; дотримання норм висіву насіння, оскільки загущення посівів призводить до внутрішньовидової конкуренції, що сприяє видовженню та підняттю над поверхнею ґрунту кореневої шийки рослин, тоді як це є однією з головних причин вимерзання. Також відсоток рослин ріпаку озимого, які перезимують, залежить від адаптивних властивостей сорту чи гібрида, погодно-кліматичних умов зимового періоду [17–20].

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні впливу способу сівби й удобрення на стан розвитку рослин ріпаку озимого перед входженням у зиму в умовах Лісостепу України.

Завдання дослідження:

- обґрунтувати агротехнічні та технологічні заходи вирощування ріпаку озимого для оптимального розвитку рослин перед зимівлею;

- проаналізувати фази вегетації рослин залежно від погодно-кліматичних умов, способу сівби й удобрення; визначити стан посівів ріпаку озимого на момент входження в зимівлю.

Матеріали і методи

Польові дослідження закладено 2023 року у ґрунтово-кліматичних умовах Миргородського району Полтавської області. Об'єктом дослідження обрано високоврожайний середньостиглий гібрид Мерседес, що характеризується дуже високими характеристиками посухостійкості та зимостійкості. Також його основною відмінністю від інших видів ріпаку озимого є дуже інтенсивний і потужний розвиток. Рослини цього гібрида входять у зиму з великою вегетативною масою, що дозволяє навесні достатньо швидко відновити вегетацію, перейшовши до фаз активного росту та цвітіння [21].

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний з вмістом гумусу в орному шарі 2,7 %, загального азоту – 0,22 %, фосфору – 0,11 %, калію – 2,0 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН=6,8). Забезпеченість рухомими формами елементів живлення на рівні: мінерального азоту – 32,2 мг/кг, P₂O₅ і K₂O (за Чириковим) – 110 і 128 мг/кг, відповідно.

Передпосівний обробіток складався з таких заходів: 17–18.07.2023 р. дискування ґрунту на глибину 6 см бороною для вертикального

обробітку ґрунту (трактор МТ-765В з агрегатом McFarlane IC-5124); 26–29.07.2023 р. оранка ґрунту на глибину 28 см (трактор МТ-765В з агрегатом Lemken DIAMANT 11/7+1L100); 8.08.2023 р. передпосівна культивация на 5 см (трактор Claas Axion 930 з агрегатом Компрактomat Farnet K930 PS). Попередник – пшениця озима.

Посів насіння гібрида Мерседес проведено 9.08.2023 р. після попереднього протруєння Модесто Плюс з нормою висіву 600 тис. шт./га двома сівалками з різними міжряддями та системами удобрення при посіві в рядок:

1) трактор Claas Axion 930 з пневматичною сівалкою John Deere 1890 з шириною міжряддя 19 см; удобрення Elixir Zorka NP 16 : 20+30 % SO₃+0,05 % В у нормі 54,9 кг/га (сухе гранульоване добриво);

2) трактор МТ-765В з сівалкою точного висіву Kinze 3600 Interplant з шириною міжряддя 35 см; удобрення Nanovit Terra NP 9 : 20 : 5 у нормі 37,7 кг/га (рідке концентроване добриво).

Захист рослин ріпаку озимого здійснювали шляхом внесення пестицидів самохідним оприскувачем Теснома Laser (табл. 1).

Таблиця 1

Схема внесення пестицидів на посіви ріпаку озимого сорту Мерседес, 2023 р.

Дата	Фаза розвитку	Пестицид (норма внесення)	Призначення
25–26.08	ВВСН 10 Сім'ядолі повністю розкриті	Ламдекс (0,28 л/га), Юні-Коннект (0,22 л/га)	від хрестоцвітих блошок
31.08		Юні-Протект (0,2 л/га), Юні-Грас (0,8 л/га)	проти падалиці пшениці озимої
4.09	ВВСН 14 4-й справжній	Декстер (0,6 л/га), Юні-МСО (0,2 л/га)	проти другої хвилі падалиці пшениці озимої
9.09	листок розкритий	Белкар, КЕ (0,25 л/га)	проти щиріці звичайної та лободи білої
10.09		Пірінекс Супер КЕ (1,27 л/га)	проти гусениць озимої совки
21-22.09	ВВСН 16 6-й справжній	Ниватон Бор (1 л/га), Юні-КС 3,5 к.с (1 л/га), Юні-Теб (0,8 л/га)	профілактичне внесення бору, інсектициду та фунгіциду з рострегулюючим ефектом
6.10	листок розкритий	Стабілан 75 % в.р. (1,5 л/га)	регулятор росту

Дослідження виконано відповідно до загальноприйнятої методики проведення польового дослідження з використанням польового, лабораторно-польового та статистичного методів.

Результати та їх обговорення

Однією з важливих умов для успішної перезимівлі ріпаку озимого є достатність вологи у верхньому шарі ґрунту, де формується його коренева система [22]. Відомо, що насіння ріпаку озимого проростає за температури +2–3 °С, а сході з'являються на 5–10-й день при температурі повітря +12–18 °С. Рослини ріпаку до кінця осінньої вегетації утворюють розвинену листову розетку за оптимальних строків сівби та норм висіву насіння [23].

У дослідних умовах посів проведено 9.08.2023 р. при середньодобовій температурі +19 °С та вологості ґрунту 74 % (з початку місяця випало до 15 мм опадів). Ранній посів (5–15 серпня) гібридів ріпаку озимого допустимий в умовах зони Лісостепу. Оскільки серпень зазвичай є жарким і посушливим у Миргородському районі, то зважаючи на ці умови, термін сівби був пов'язаний з прогнозом випадання дощів – приблизно 30 мм протягом наступних двох днів і майже їх відсутність до кінця місяця. Середньомісячна температура серпня становила +24,4 °С (рис. 1), що сприяло появі дружніх сходів через 9–10 днів – 18.08 (за ширини міжряддя 19 см) і 19.08 (за ширини міжряддя 35 см).



Рис. 1. Динаміка середньомісячних температур і кількості опадів в умовах Миргородського району Полтавської області

З огляду на біологічні особливості культури ріпаку озимого для активної осінньої вегетації достатня сума температур вище +5 °С складає 750–800 °С [24]. Також відомо, що для розвитку рослин необхідно більше вологи (особливо у фазу бутонізації-цвітіння), ніж для зернових культур. Формування його високих урожаїв можливе за річної суми опадів 500–700 мм [23]. У нашому досліді сума активних температур становила 1264,2 °С при загальній сумі опадів із серпня по грудень 2023 р. в обсязі 291 мм.

Найменша кількість опадів випала у вересні – 32 мм за достатньо високої середньомісячної температури як для цього місяця – +18,9 °С (див. рис. 1). Найбільш вологими були жовтень (61 мм) і листопад (95 мм), котрі теж відрізнялися високим температурним режимом порівняно з попередніми роками (+11,9 °С і +4,8 °С, відповідно).

Для визначення норми висіву насіння ріпаку озимого гібрида Мерседес ми врахували вплив певних факторів, що передбачають дотримання загального правила: загущення є значно гіршим за зрідження, особливо для гібридів і сортів традиційного типу росту [25]. Так, в залежності від строків сівби його рекомендовано висівати за нормою 4 кг/га при оптимальних строках сівби та – 5–6 кг/га при пізніх строках сівби [26]. Також існує норма висіву для гібридів (400–600 тис. схожих насінин на 1 га) і сортів (від 800 тис. до 1 млн схожих насінин). Окрім того, перевищення норми висіву може призвести до зниження посівних якостей насіння з одночасним збільшенням вартості протруювання (в нашому випадку – новітнім комбінованим протруйником насіння Модесто Плюс), а зменшення – не дозволить отримати бажаний ефект. Зважаючи, що навіть за умови використання якісного посівного матеріалу

помилки у протруюванні можуть призвести до зниження врожаю на 20–25 % [25], у нашому дослідженні використано науково обгрунтовану норму висіву насіння – 600 тис. шт./га. Це підтверджується результатами дослідження [27], де гібрид Мерседес показав найкращу перезимівлю саме за висіву зазначеної кількості насінин.

Виконавши вимоги до густоти посіву насіння та строків сівби, ми провели спостереження за настанням вегетаційних фаз рослин для визначення ступеня їх підготовки до зими. Ріпак озимий витримує осіннє похолодання до -3 °С, а з розеткою з 5–7-ми справжніх листків (краще – 8–12-ти листків) і сніговим покривом товщиною понад 6 см витримує взимку морози до -25 °С. Але, за відсутності снігу і наявності морозу, або коли сходи зимують лише з 3–4-ма листочками, рослини гинуть при морозі -12 °С. Низькі температури пошкоджують переважно кореневу шийку та кінцеві бруньки озимого ріпаку, тому бажано, щоб рослини зимували у стадії розетки (ВВСН 10–19), з висотою стебла не більше 2-х см, мали корінь діаметром понад 8 мм біля кореневої шийки та його довжину понад 20 см. Крім того, ця культура чутлива до коливань весняних температур, оскільки взимку рослина споживає багато поживних речовин і, отже, в цей час є найбільш уразливою [28–30]. Якщо виконуються зазначені фактори, то навіть за умов загибелі всіх листків рослини ріпаку озимого утворюють нові пагони, здатні швидко нарощувати надземну масу завдяки здоровій і потужній кореневій системі.

У таблиці 2 наведені дані щодо періодів осінньої вегетації та густоти посівів залежно від ширини міжряддя, а отже, і системи удобрення за результатами наших досліджень.

Таблиця 2

Вплив ширини міжряддя й удобрення ріпаку озимого гібрида Мерседес на фази розвитку та густоту посівів

Параметри	Дата спостереження								
	21.08	26.08	24.09	28.09	6.10	25.10	20.11	30.11	6.12
Ширина міжряддя 19 см, Elixir Zorka NP									
Фаза розвитку за шкалою ВВСН	10	12	15	16	16	19	19	19	19
Густота посівів, шт./м ²	30	33	33	33	32	32	32	31	31
Ширина міжряддя 35 см, Nanovit Terra NP									
Фаза розвитку за шкалою ВВСН	10	13	16	16	16	19	19	19	19
Густота посівів, шт./м ²	32	33	34	34	34	34	34	34	34

Примітки: ВВСН 10 – сім'ядолі повністю розкриті; ВВСН 12 – 2-й справжній листок розпушений; ВВСН 13 – 3-й справжній листок розпушений; ВВСН 15 – 5-й справжній листок розпушений; ВВСН 16 – 6-й справжній листок розпушений; ВВСН 19 – 9-й і наступні справжні листки розпушені (точка росту не диференційована).

Отже, входження рослин у фазу розвитку розетки листя (ВВСН 10–19) відбулося одночасно за умов різної ширини міжряддя й удобрення, тоді як у подальшому у разі ширини міжряддя 35 см швидше відбулося формування 3 і 6-го справжніх листків (фази ВВСН 13 і ВВСН 16). Внесення фунгіциду з ристрегулюючим ефектом (Юні-Теб, 0,8 л/га; табл. 1) посприяло прискоренню формування 6-го справжнього листка за ширини міжряддя 19 см.

Внесення регулятору росту рослин ретардантного типу (Стабілан 75 % в.р., 1,5 л/га; табл. 1) пришвидшило розвиток розетки рослин ріпаку озимого – з 6-го до 9-го розпушеного справжнього

листка за 19 днів незалежно від ширини міжряддя й удобрення. Доцільність використання регуляторів росту підтверджується науковими дослідженнями, які показують, що вплив екзогенних сполук може спричиняти фізіологічні зміни рослинної клітини та змінювати захисну реакцію на біотичні й абіотичні фактори середовища, що впливає на осінній розвиток посівів і, відповідно, підвищує зимостійкість та урожайність культури [28, 31–33].

Також важливим фактором забезпечення оптимального розвитку ріпаку до початку зими є густота стояння рослин, яка визначає компоненти врожаю і, таким чином, їхню урожайність. Рівномірний

розподіл рослин на одиниці площі є обов'язковою умовою максимального врожаю [14]. Занадто густий посів призводить до формування слабких рослин. Біометричний аналіз посівів показав, що слабші рослини ріпаку залишаються у фазі стрілкування. Отже, більшість цих рослин затіняються сильнішими та швидше зростаючими рослинами ріпаку і з часом гинуть [34].

Зазначається, що вирощування ріпаку озимого на олію (за відповідної норми висіву насіння), проведення раннього посіву та за оптимальних умов його вирощування часто сприяють розвитку у рослин понад 12 листків. До того ж цільова густина стояння не повинна перевищувати 40 рослин/м² (оптимальний розподіл передбачає щільність 25 рослин/м²). Згущення посівів призводить до витягування рослин, що спричиняє підняття точки росту над поверхнею ґрунту та, як результат, до зниження їх захищеності в морозний період [23].

У нашому випадку згідно з табл. 2 густина посівів ріпаку озимого гібрида Мерседес перебувала в межах 30–33 шт./м² за ширини міжряддя 19 см і 32–34 шт./м² за ширини міжряддя 35 см. Отримані показники відповідають нормативам і корелюються з більшою польовою схожістю при сівбі з широким міжряддям (35 см) – 56,6 %, що на 1,6 % більше, ніж при сівбі з вузьким міжряддям (19 см).

Перед входом у зиму дослідження рослин ріпаку гібрида Мерседес показало, що діаметр кореневої шийки є меншим (8 мм) на міжрядді 19 см і більшим (10 мм) – на міжрядді 35 см. За таких умов довжина кореня була однаковою і становила 22 см, що за всіма факторами відповідає оптимальному розвитку рослини.

Відмічено, що тривалість осінньої вегетації ріпаку озимого значно впливає на накопичення пластичних речовин у рослині. Від часу проведеної сівби залежить вміст цукрів у кореневих шийках рослин як перед входом в зиму, так і при виході з неї. Дослідження показали, що рослини при ранніх строках сівби більше накопичували ці речовини, тоді як при їх відтермінуванні відбувалось зниження вмісту цукрів [35].

Зазначено, що період активної осінньої вегетації ріпаку озимого (до переходу середньодобової температури нижче +2 °С) для забезпечення формування оптимальних параметрів рослин становить 90–110 днів [23]. Експериментально доведено, тривалість періоду осінньої вегетації до 95 днів від сівби забезпечує продуктивність культури на рівні 75–80 % від оптимальної для цієї зони; 95–100 днів – 80–90 %; 105–115 днів – 90–100 %; якщо більше 115-ти днів, то гарантується отримання високого врожаю насіння на рівні 100–110 % від оптимального [36].

У дослідних умовах закінчення осінньої вегетації ріпаку озимого гібрида Мерседес відбулось 18.11.2023 р. з настанням від'ємних температур, а рослини увійшли в зимівлю у фазі ВВСН 19 (фактично 9–10-ти справжніх листків). Залежності фази розвитку рослин від ширини міжряддя та системи удобрення на момент входження в зимівлю не спостерігали. Загальна тривалість осінньої вегетації становила 101 день.

На початок лютого (6.02.2024 р.) посіви ріпаку озимого гібрида Мерседес перебували у задовільному стані. Частина листового апарату рослин пошкоджена від'ємними температурами під час чергового сходження снігового покриву в період грудень 2023 р. – січень 2024 року. Густина стояння рослин залежно від різних міжрядь з моменту входження в зимівлю на 6.02.2024 р. не змінилась і становила, відповідно: при ширині міжряддя 19 см – 31 шт./м²; при ширині міжряддя 35 см – 34 шт./м².

При дослідженні стану рослин під час зимівлі методом відбору монолітів 31.01.2024 р. встановлено, що всі відібрані рослини протягом 7-ми днів перебування в кімнатній температурі повітря (+19 °С) відновили вегетацію, загиблених рослин не спостерігали.

Висновки

За результатами дослідження встановлено, що для успішної перезимівлі рослини ріпаку озимого повинні набути оптимального розвитку. З'ясовано, що ранній строк сівби гібрида Мерседес було здійснено зважаючи на погодно-кліматичні умови із забезпеченням відповідної агротехніки та технології, завдяки чому активна осіння вегетація рослин тривала 101 день. У результаті рослини з настанням від'ємних температур увійшли в зимівлю у фазі ВВСН 19. До того ж густина посівів ріпаку озимого перебувала в межах 30–33 шт./м² при ширині міжряддя 19 см і 32–34 шт./м² при ширині міжряддя 35 см. Заміри діаметру кореневої шийки виявили менший розмір (8 мм) на міжрядді 19 см і більший (10 мм) – на міжрядді 35 см, тоді як довжина кореня була однаковою і становила 22 см, що за всіма показниками відповідає оптимальному розвитку рослин. Дослідження стану рослин під час зимівлі методом відбору монолітів показало, що всі відібрані рослини протягом 7-ми днів перебування при кімнатній температурі повітря (+19 °С) відновили вегетацію, загиблених рослин не спостерігали.

Перспективи подальших досліджень. Визначити вплив густоти стояння й удобрення ріпаку озимого на врожайність в умовах Лісостепу України.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Jarecki, W. (2021). The reaction of winter oilseed rape to different foliar fertilization with macro- and micronutrients. *Agriculture*, 11, 515. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060515>
2. Korotkova, I. V., & Drobitko, A. M. (2023). Pidzhyvlennia hruntu dlia vysokoi vrozhaivosti ta yakosti – ripak ozymyi. *Khimia, biotekhnolohiia, ekolohiia ta osvita: zbirnyk materialiv VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* (pp. 395–399). Poltava, PDAU [in Ukrainian]
3. Chew, S. C. (2020). Cold pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil. *Cold Pressed Oils*, 65–80. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818188-1.00007-4>

4. Öztürk, Ö. (2010). Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (1), 132–141. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392010000100014>
5. Ripak v Ukraini ta sviti. *KWS*. Retrieved from: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/ripak/ripak-v-ukraini-ta-sviti/> [in Ukrainian]
6. Beta, T., & Isaak, C. (2016). Grain Production and consumption, overview. *Reference Module in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.00051-2>
7. Rapeseed Market – Growth, Trends, Covid-19 Impact and Forecasts (2022–2027). *MordorIntelligence*. Retrieved from: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/rapeseed-market>
8. Basanets, O. (2024). YeS maie namir skorotyty vyrobnytstvo ripaku ta zbilshyty vyrobnytstvo soi ta soniashnyku u 2024 rotsi. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/18456-yes-maie-namir-skorotiti-vi-robnitstvo-ripaku-ta-zbilshiti-vyrobnitstvo-soyi-ta-sonyashnyku-u-2024-rotsi> [in Ukrainian]
9. Market Update for Rapeseed & Canola 18th of January 2024. *Rapool*. Retrieved from: <https://www.rapool.com/nav/681-Winter-oilseedrape-is-best-break-crop-regarding-21-gross-margins-in-UK>
10. Chaikivskiy, I. (2022). Zeleniy korydor dlia ripaku v YeS. Chomu vazhlyvo yoho stvoryty? *Latifundist.com*. Retrieved from: <https://latifundist.com/blog/read/2924-zelenij-koridor-dlya-ripaku-v-yes-chomu-vazhlyvo-jogo-stvoriti> [in Ukrainian]
11. Husarova, A. (2023). Ozymykh kultur v Ukraini vzhe posiano maizhe 5,8 mln ha. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/18086-ozimih-kultur-v-ukrayini-vje-posiyano-mayje-58-mln-ga> [in Ukrainian]
12. Ripak v Ukraini 2023: vrozhai, tempy eksportu ta tsina. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/81-ripak-v-ukrayini-2023-vrojaj-tempi-eksportu-ta-tsina> [in Ukrainian]
13. Nesmachna, M. (2023). Rekordnyi vrozhai za vsiu istoriiu Ukrainy: choho chekaty v sezoni-2024? *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/700-rekordny-vrojaj-za-vsyu-istoriyu-ukrayini-chogo-chekati-v-sezoni-2024> [in Ukrainian]
14. Diepenbrock, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*, 67 (1), 35–49. [https://doi.org/10.1016/s0378-4290\(00\)00082-4](https://doi.org/10.1016/s0378-4290(00)00082-4)
15. Li, X., Chen, C., Yang, X., Xiong, J., & Ma, N. (2022). The optimisation of rapeseed yield and growth duration through adaptive crop management in climate change: evidence from China. *Italian Journal of Agronomy*, 17 (4). <https://doi.org/10.4081/ija.2022.2104>
16. Zabarnyy, O., & Zabarna, T. (2023). Influence of weather conditions on wintering of winter rape depending on intensification factors. *Feeds and Feed Production*, 95, 97–107. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08>
17. Voloshchuk, O. P., Sluchak, O. M., & Rasputenko, A. O. (2018). Produktivnist ripaku ozymoho zalezno vid strokiv, sposobiv sivby ta norm vysivu nasinnia. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnytstvo*, 64, 44–55. [in Ukrainian]
18. Kovalchuk, D. (2016). Otsinka perezymivli ozymoho ripaku. Ozymyi ripak tekhnologii prybutkovosti. *Propozytsiia. Spetsvypusk*, 32–34. [in Ukrainian]
19. Xu, G., Shen, S., Zhang, Y., Clements, D. R., Yang, S., Wen, L., Zhang, F., & Dong, L. (2022). Effects of various nitrogen regimes on the ability of rapeseed (*Brassica napus* L.) to suppress littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*, 12 (3), 713. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030713>
20. Schwabe, S., Gruber, S., & Claupein, W. (2021). Oilseed rape yield performance in the Clearfield® system under varying management intensities. *Agronomy*, 11, 2551. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122551>
21. Nasinnia ozymoho ripaku Mercedes – hibryd vid vyrobnyka Lembke. *AHROEKSPERT-TREID*. Retrieved from: <https://agro-exp.com.ua/uk/semena-rapsa-mercedes-lembke-ukraina> [in Ukrainian]
22. Jankovska-Bortkevič, E., Jurkonienė, S., Gavelienė, V., & Prakas, P. (2023). Oilseed rape: biology, use, current cultivation issues and agronomic management. Oilseed crops - uses, biology and production. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109180>
23. Khablak, S. (2022). Tekhnolohiia vyroshchuvannia ozymoho ripaku: pidhotovka ta sivba. *SuperAgronom*. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/912-tehnologiya-viroshchuvannya-ozimogo-ripaku-pidgotovka-ta-sivba> [in Ukrainian]
24. Adamenko, T. (2006). Ahroklimatechni umovy vyroshchuvannia ripaku v Ukraini. *Ahronom*, 2, 94–95. [in Ukrainian]
25. Buchatska, O. (2019). Tekhnolohiia vyroshchuvannia ripaku. Yak rozkryty potentsial nasinnia? *SuperAgronom*. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/296-tehnologiya-viroshchuvannya-ripaku-vid-a-do-ya-yak-rozkryti-potentsial-nasinnia> [in Ukrainian]
26. Yashko, M. (2012). Osoblyvosti vyroshchuvannia ripaku: upravlinnia posivamy ta potreba u pozhyvnykh rehovynakh. *Ahronom*, 1 (35), 98–101. [in Ukrainian]
27. Bakhmat, M. I., & Sendetskyi, I. V. (2020). Osoblyvosti perezymivli ripaka ozymoho za riznykh norm vysivu ta zastosuvannia rehuliatora rostu. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 32, 20–25. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-1-2> [in Ukrainian]
28. Jankauskienė, J., Mockevičiūtė, R., Gavelienė, V., Jurkonienė, S., & Anisimovienė, N. (2022). The application of auxin-like compounds promotes cold acclimation in the oilseed rape plant. *Life*, 12 (8), 1283. <https://doi.org/10.3390/life12081283>
29. Deveci, M., & Aksu, G. (2010). Effects of freezing temperatures that are applied to some vegetable seedlings from Brassicaceae family on the viability ratio in Thrace conditions. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 11 (1), 76–82.
30. Fiebelkorn, D., & Rahman, M. (2016). Development of a protocol for frost-tolerance evaluation in rapeseed/canola (*Brassica napus* L.). *The Crop Journal*, 4 (2), 147–152. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.11.004>
31. Darginavičienė, J., Novickienė, L., Gavelienė, V., Jurkonienė, S., & Kazlauskienė, D. (2011). Ethephon and aventrol as tools to enhance spring rape productivity. *Open Life Sciences*, 6 (4), 606–615. <https://doi.org/10.2478/s11535-011-0033-9>
32. Korotkova, I. V., Gorobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 20–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.02>
33. Gavelienė, V., Pakalniškytė, L., Novickienė, L., & Balčiauskas, L. (2018). Effect of biostimulants on cold resistance and productivity formation in winter rapeseed and winter wheat. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 57 (1), 71–83. <https://doi.org/10.1515/ijafr-2018-0008>
34. Zhang, S., Liao, X., Zhang, C., & Xu, H. (2012). Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Industrial Crops and Products*, 40, 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.016>
35. Demchenko, N. V. (2013). Strok sivby, yak faktor rehuliuвання produktivnosti ripaku ozymoho. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 59, 82–83. [in Ukrainian]
36. Makowski, N., Michel, H-I., Sroder, G., & Boelke, B. (1988). Ertragsvorschatzung beim Winterraps. *Feldwirtschaft*, 5, 236–238.

ORCID

I. Korotkova  <https://orcid.org/0000-0003-0577-9634>



2024 Korotkova I. and Drobotko A. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Effectiveness of foliar fertilization of soybean crops

O. Milenko✉ | A. Sidash | V. Veherenko | A. Bezpalyy | I. Hordivskyy

Article info

Correspondence Author

O. Milenko

E-mail:

olga.milenko@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine**Citation:** Milenko, O., Sidash, A., Veherenko, V., Bezpalyy, A., & Hordivskyy, I. (2024). Effectiveness of foliar fertilization of soybean crops. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 53–57. doi: 10.31210/spi2024.27.01.09

Soybean cultivation technology needs constant improvement. In order to increase the productivity of new varieties and adapt to existing climate changes and the emergence of innovative products used in agricultural technologies. Mineral nutrition of legumes, despite numerous scientific works on this issue, remains a relevant and unstudied topic. The aim of our research was to determine the effect of foliar feeding on the formation of productivity elements and soybean grain yield. Scientific research was conducted during 2021–2023. The object of research was the early-ripening variety Pallada, which was grown according to the same technology, except for fertilizers, the effect of which was studied during the research. Foliar fertilizing with complex microfertilizers was carried out in the budding phase of soybeans according to the following scheme: Control (without fertilizing); Quantum PLATINUM, 3.0 l/ha; Vuksal Oilseed, 3.0 l/ha and Basfoliar Active SL, 3.0 l/ha. The maximum indicator of the leaf surface area of one plant of 962.50 cm² was recorded in variants with the use of Vuksal Oilseed for feeding. The growth of vegetative mass depends on the supply of nutrients to the plants - this was also established in our experiment. The worst indicator in the Control variant (without fertilizing) and high results in the growth of vegetative mass in the variants with fertilizing with a solution of microfertilizers: Vuksal Oilseed and Basfoliar Active SL. Depending on the factor studied in the field experiment, the lowest yield of 1.98 t/ha, according to three-year data, was obtained in the control variant. Variants, where spraying with complex chelated microfertilizers was used, had an effect on increasing the yield rate. Variants, where spraying with complex chelated microfertilizers was used, had an effect on increasing the yield rate. The use of Quantum PLATINUM resulted in an increase of 0.09 t/ha compared to the control. Fertilization with Vuksal Oilseed had an effect on increasing yield within 0.83 t/ha. The use of Basfoliar Active SL fertilizer contributed to an increase in yield by 0.6 t/ha. To increase the yield, we recommend in the technology of growing soybeans to carry out foliar feeding in the phase of budding with complex microfertilizer on a chelate basis Vuksal Oilsid at the rate of 3.0 l/ha.

Keywords: soybean, cultivation technology, fertilizers, yield.

Ефективність позакореневого підживлення посівів сої

О. Г. Міленко | А. А. Сідаш | В. С. Вегеренко | А. М. Безпалій | І. В. Гордівський

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Технологія вирощування сої потребує постійного удосконалення, щоби підвищити продуктивність нових сортів та адаптувати їх до змін клімату і появи інноваційних продуктів, які використовуються в агротехнологіях. Мінеральне живлення бобових культур, незважаючи на чисельні наукові праці з цього питання, залишається актуальною і не достатньо вивченою тематикою. Метою наших досліджень було з'ясувати вплив позакореневого підживлення на формування елементів продуктивності та врожайності зерна сої. Наукові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. Об'єктом досліджень був ранньостиглий сорт Паллада, який вирощували за однією технологією, крім добрив, дію яких вивчали під час досліджень. Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами проводили у фазі бутонізації сої за такою схемою: Контроль (без підживлення); Квантум ПЛАТІНУМ, 3,0 л/га; Вуксал Ойлсид, 3,0 л/га та Басфоліар Актив СЛ, 3,0 л/га. Максимальний показник площі листової поверхні однієї рослини 962,5 см² у середньому по досліді зафіксовано у варіанті із використанням для підживлення препарату Вуксал Ойлсид. Наростання вегетативної маси залежить від надходження до рослин поживних речовин – це було з'ясовано і в нашому досліді. Найгірший показник 1438,04 м² у варіанті Контроль (без підживлення) та високі результати по наростанню вегетативної маси у варіантах із підживленням розчином мікродобрив: Вуксал Ойлсид та Басфоліар Актив СЛ. Виявлено, що збільшення наростання вегетативної маси на цих варіантах було на 52,6 та 47,1 % відповідно, порівняно з контролем. Залежно від фактору, який досліджували у польовому досліді, найменшу врожайність 1,98 т/га за трирічними даними отримано у варіанті контроль. Варіанти, де застосовували обприскування комплексними хелатованими мікродобривами, впливали на збільшення показника врожайності порівняно з контролем. Від використання Квантум ПЛАТІНУМ отримали прибавку 0,09 т/га. Підживлення препаратом Вуксал Ойлсид впливало на збільшення врожайності в межах 0,83 т/га. Використання добрива Басфоліар Актив СЛ сприяло отриманню прибавки врожаю 0,6 т/га порівняно з контролем. Для збільшення врожайності рекомендуємо у технології вирощування сої проводити позакореневе підживлення у фазі бутонізації комплексним мікродобривом на хелатній основі Вуксал Ойлсид у нормі 3,0 л/га.

Ключові слова: соя, технологія вирощування, добрива, урожайність.**Бібліографічний опис для цитування:** Міленко О. Г., Сідаш А. А., Вегеренко В. С., Безпалій А. М., Гордівський І. В. Ефективність позакореневого підживлення посівів сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 53–57.

Вступ

Для забезпечення продовольчого балансу та подолання білкового дефіциту, зважаючи на вуглеводний тип харчування, виготовленням відповідних продуктів необхідно збільшити виробництво протеїну рослинного походження шляхом зміни структури посівних площ [11, 20]. Потрібно збільшити поля під зернобобовими культурами і безпосередньо наростити посівні площі сої, яка посідає провідне місце серед високобілкових культур [13]. Оскільки за хімічним складом, умістом повноцінного білка, амінокислот, вітамінів групи В, ферментів, мікроелементів іншої такої сільськогосподарської культури у ботанічному світі, що культивується людиною – не існує [1, 17]. За амінокислотним складом протеїн зерна сої максимально наближений до білка тваринного походження, однак за собівартістю – у 15–20 разів дешевший [4, 9].

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур застосування під час вегетації комплексних мікродобрив на хелатній основі для позакореневого підживлення є важливим елементом підвищення урожайності [2, 10]. Встановлено, що для росту та розвитку і ефективних продукційних процесів у рослинному організмі недостатньо застосовувати тільки органічні та мінеральні добрива без збалансованого надходження мікроелементів живлення [8, 19]. Галузеві підприємства хімічної промисловості України тривалий час зовсім не виробляли комплексні мікродобрива, однак ринок агрохімікатів мав пропозицію численних закордонних виробників [12, 18]. Для зменшення імпорту поступово відбувалося формування масового серійного виробництва мікродобрив на підприємствах вітчизняної економіки [4, 16]. За спектром дії та складом ці добрива різноманітні, оскільки містять практично всі мікроелементи [3, 15]. Але, незважаючи на численну пропозицію таких агрохімікатів, масове та ефективне застосування комплексних мікродобрив у технологіях вирощування основних культур обмежене через відсутність чітких рекомендацій по нормах, способах та строках їх використання залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов виробництва та планової врожайності [5, 14].

Зважаючи на досить специфічний механізм дії препаратів та їх метаболізм у рослинному організмі, коригування таких рекомендацій потрібно проводити на основі вивчення рівня реакції рослин на дію препарату в певний період росту і розвитку та в конкретних зональних і погодних умовах [6, 7].

Мета дослідження

Метою наших досліджень було встановити вплив позакореневого підживлення на формування елементів продуктивності та врожайність зерна сої.

Матеріали і методи

Наукові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. в умовах зони Лісостепу.

Сіяли сою в I декаді травня звичайним рядковим способом із міжряддям 15 см сівалкою GASPARDO S-SC MARIA 400. Перед сівою насіння обробляли бактеріальними препаратами зі штамми азотфіксуючих бактерій. Протруювали посівний матеріал завчасно препаратом Фундазол у нормі 2 кг/т насіння.

Догляд за посівами: до сходів культури було внесено ґрунтовий гербіцид Кратос у нормі 2 л/га, після чого проводили одне досходове та післясходове боронування посівів легкими зубовими боронами. Досходове боронування проводили після внесення ґрунтового гербіциду. Післясходове боронування проводили у фазі двох справжніх листків у рослин сої. Гербіциди післясходові у посівах не застосовували.

Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами проводили у фазі бутонізації сої.

Схема досліду передбачала такі варіанти:

1. Контроль (без підживлення);
2. Квантум ПЛАТІНУМ, 3,0 л/га;
3. Вуксал Ойлсид, 3,0 л/га;
4. Басфоліар Актив СЛ, 3,0 л/га.

У процесі планування експериментальних досліджень та виду польового досліду було визначено оптимальний розмір та форму ділянки, вона має площу 4,0 м × 10 м, тобто 40 м², а облікова площа 25 м². У досліді було 4 варіанти і 4 повторності із загальною кількістю ділянок 4 × 4 = 16.

Об'єктом досліджень був ранньостиглий сорт Паллада, оригіномом якого є Інститут кормів та сільськогосподарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Технологія вирощування по варіантах не відрізнялась, крім добрив, дію яких вивчали у процесі досліджень [5].

Результати та їх обговорення

Соя має властивість повільно рости, засвоювати азот та синтезувати органічну речовину на початкових стадіях розвитку. Проаналізувавши дані таблиць 1; 2; 3 можна сказати, що найбільшій висоті рослини сої досягли у генеративний період на початку фази формування бобів.

Таблиця 1

Висота рослин у фазі галушення, см

№ п/п	Варіанти досліду	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	22,17	18,23	14,83	18,41
2	Квантум ПЛАТІНУМ	23,85	19,32	15,7	19,62
3	Вуксал Ойлсид	24,17	21,31	16,4	20,62
4	Басфоліар Актив СЛ	20,95	22,45	15,28	19,56

Вплив застосування мікродобрив значною мірою залежить від біологічних особливостей культури та способу застосування [8]. Позакореневе підживлення, яке було варіантами досліду, не мало істотного впливу на висоту рослин у фазі галушення. В подальшому розвитку чітко прослідковували різницю між варіантами. Найвище головне стебло у сої

сформувалось на рослинах, де застосовували обприскування препаратом Вуксал Ойлсид.

Таблиця 2

Висота рослин у фазі цвітіння, см

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	60,4	52,36	49,24	54,0
2	Квантум ПЛАТІНУМ	57,4	55,98	55,23	56,20
3	Вуксал Ойлсид	62,85	61,3	60,65	61,6
4	Басфоліар Актив СЛ	62,87	59,68	58,25	60,27

Таблиця 3

Висота рослин у фазі формування бобів, см

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	92,65	75,89	62,47	77,0
2	Квантум ПЛАТІНУМ	93,75	76,25	67,25	79,08
3	Вуксал Ойлсид	97,77	74,56	64,8	79,04
4	Басфоліар Актив СЛ	101	78,45	66,7	82,05

Окрім добрив, які вивчали у досліді, на ріст головного стебла у рослин істотно впливали погодні умови року. Найвищими рослини сої були у посівах 2021 року за всіма варіантами.

Високу інтенсивність наростання площі листової поверхні та процесів синтезу органічної речовини спостерігали на стадії утворення та формування бобів. Площа асиміляційного апарату однієї рослини 1561,4 см² була сформована в посівах 2021 року за варіантом вирощування сої із застосуванням позакореневого підживлення препаратом Вуксал Ойлсид (табл. 4).

Таблиця 4

Площа листової поверхні на одній рослині у фазі формування бобів, см²

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	1070,1	598,61	267,52	645,41
2	Квантум ПЛАТІНУМ	1288,1	782,33	399,71	823,38
3	Вуксал Ойлсид	1561,4	896,25	429,86	962,50
4	Басфоліар Актив СЛ	1379,4	725,63	394,15	833,06

За результатами аналізу динаміки засвоєння азоту рослинами впродовж вегетації відмічено суттєву роль симбіотичної азотфіксації у загальному азотному балансі рослин. Розглядаючи той факт, що використання соєю мінерального азоту з ґрунту уповільнюється у фазі цвітіння, то у критичний період підвищеної потреби в азотному живленні єдиним його джерелом є продукти симбіотичної азотфіксації, що відбувається дуже інтенсивно.

Симбіотичний апарат рослин характеризується кількістю бульбочок сформованих на одній рослині. Цей показник у нашому досліді суттєво залежав від умов вирощування. Найбільшу кількість бульбочок було відмічено в рослин, вирощених у посівах 2021 року (табл. 5). Цей рік виявився досить сприятливим за погодними умовами для росту і розвитку сої.

Таблиця 5

Вегетативна маса рослин у фазі формування бобів з 1 м², г

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	1775	1389,11	1150	1438,04
2	Квантум ПЛАТІНУМ	2277,6	2098,78	1950	2108,79
3	Вуксал Ойлсид	2280	2232,17	2072,5	2194,89
4	Басфоліар Актив СЛ	2407,6	2064,36	1875	2115,65

Головною передумовою збільшення валового збору зерна сої є підвищення урожайності шляхом широкого застосування елементів технології вирощування.

Показник сирої маси бульбочок характеризує симбіотичний апарат бобових культур. За варіантами досліджу найвищим цей показник у фазі цвітіння – 0,464 г був у варіанті застосування добрива Квантум ПЛАТІНУМ за результатами вирощування сої 2021 року (табл. 6).

Таблиця 6

Сира маса бульбочок з 1 рослини у фазі цвітіння, г

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	0,020	0,017	0,016	0,0177
2	Квантум ПЛАТІНУМ	0,464	0,456	0,384	0,435
3	Вуксал Ойлсид	0,413	0,407	0,405	0,408
4	Басфоліар Актив СЛ	0,087	0,086	0,084	0,0857

Метаболізм та механізм дії мікроелементів характеризується як можливість рослини в умовах повного забезпечення достатньою кількістю життєво важливих мікроелементів синтезувати увесь спектр ферментів [9]. Це дозволяє більш повно використовувати енергію сонячного опромінення, воду та мінеральні елементи та відповідно отримати вищий урожай [2].

До фази формування бобів показник сирої маси бульбочок з 1 рослини зменшувався у середньому по досліді порівняно до цього показника на період фази цвітіння культури. Максимальний показник сирої маси бульбочок 0,442 г встановлено у варіанті з використанням для позакореневого підживлення добрива Вуксал Ойлсид за результатами вирощування сої 2021 року (табл. 7).

Таблиця 7

Сира маса бульбочок з 1 рослини у фазі формування бобів, г

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	0,025	0,023	0,022	0,023
2	Квантум ПЛАТІНУМ	0,412	0,406	0,401	0,406
3	Вуксал Ойлсид	0,442	0,439	0,414	0,431
4	Басфоліар Актив СЛ	0,214	0,208	0,205	0,209

Спостерігали тенденцію до зменшення кількості бульбочок та їх маси з однієї рослини за умови застосування удобрення культури Басфоліар Актив СЛ.

Гарні результати були одержані у всіх варіантах дослідів порівняно з контролем. Найвищий показник 0,364 г отримано у технології вирощування сої із застосуванням позакореневого підживлення комплексним мікродобривом Вуксал Ойлсид (табл. 8).

Таблиця 8

Сира маса бульбочок з 1 рослини у фазі наливання насіння, г

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	0,033	0,031	0,029	0,031
2	Квантум ПЛАТІНУМ	0,099	0,098	0,091	0,096
3	Вуксал Ойлсид	0,364	0,362	0,302	0,343
4	Басфоліар Актив СЛ	0,093	0,091	0,086	0,090

Високі темпи азотфіксації у період генеративної фази підтримувались завдяки підвищенню активності одиниці маси бульбочок, у подальшому – під час збільшення їх маси.

У період від початку формування бобів до наливання насіння у рослини надійшло 50–60 % симбіотичного азоту від загальної його частки, фіксованого бульбочками за період вегетації. Тому формування бобів і наливання насіння здійснювались здебільшого шляхом безпосереднього використання симбіотичного азоту, але у жодному разі не за рахунок реутилізації заздалегідь накопиченого азоту бульбочковими бактеріями упродовж вегетації.

Від процесу утворення генеративних органів залежить величина майбутнього врожаю. Найбільша кількість бобів на одній рослині 40,58 шт. була сформована на варіанті, де застосовували добриво Вуксал Ойлсид у результаті вирощування сої 2021 року (табл. 9).

Таблиця 9

Кількість бобів на рослині, шт.

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	23,8	19,86	19,65	21,10
2	Квантум ПЛАТІНУМ	29,77	28,83	25,65	28,08
3	Вуксал Ойлсид	40,58	31,24	23,15	31,66
4	Басфоліар Актив СЛ	30,5	26,97	25,37	27,61

Загалом по досліді прослідковується істотний вплив позакореневого підживлення комплексними мікродобривами Вуксал Ойлсид та Басфоліар Актив СЛ на показник маси насіння з однієї рослини (табл. 10).

Таблиця 10

Маса насіння з 1 рослини, г

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	6,24	5,01	4,98	5,41
2	Квантум ПЛАТІНУМ	7,65	7,64	6,97	7,42
3	Вуксал Ойлсид	8,4	8,04	7,62	8,02
4	Басфоліар Актив СЛ	8,5	8,02	7,24	7,92

Несприятливі погодні умови 2023 року вплинули на отримання найменшого показника – врожайність сої (табл. 11). Середній показник по досліді цього році становив 1,62 т/га. 2022 року погодні умови впливали на формування середньої врожайності 2,3 т/га по досліді.

Таблиця 11

Урожайність сої, т/га

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє за варіантами
1	Контроль	2,91	1,82	1,2	1,98
2	Квантум ПЛАТІНУМ	3,01	1,91	1,29	2,07
3	Вуксал Ойлсид	3,44	2,85	2,13	2,81
4	Басфоліар Актив СЛ	3,25	2,62	1,85	2,57
Середнє по роках		3,15	2,30	1,62	
НІР _{0,05}		0,1	0,15	0,09	

Найкращим роком за погодними умовами для росту і розвитку сої виявився 2021 рік із середньою врожайністю 3,15 т/га. Залежно від фактору, який досліджували у польовому досліді, найменшу врожайність – 1,98 т/га за трирічними даними отримано у варіанті контроль. Застосування позакореневого підживлення впливало на збільшення врожайності культури у варіанті Квантум ПЛАТІНУМ на 0,09 т/га; за умови використання препарату Вуксал Ойлсид – на 0,83 т/г та у варіанті Басфоліар Актив СЛ – на 0,6 т/га порівняно з контролем.

Висновки

Максимальний показник площі листової поверхні однієї рослини – 962,5 см², у середньому по досліді, що зафіксовано у варіанті із використанням для підживлення препарату Вуксал Ойлсид. Наростання вегетативної маси залежить від надходження до рослин поживних речовин – це було встановлено і в нашому досліді. Найгірший показник 1438,04 м² у варіанті Контроль (без підживлення) та високі результати з наростання вегетативної маси у варіантах із підживленням розчином мікродобрив

Вуксал Ойлсид та Басфоліар Актив СЛ. Встановлено, що збільшення наростання вегетативної маси на цих варіантах було на 52,6 та 47,1 % відповідно, порівнянні з контролем.

Залежно від фактору, який досліджували у польовому досліді, найменшу врожайність – 1,98 т/га за трирічними даними отримано у варіанті контроль. Варіанти, де застосовували обприскування комплексними хелатованими мікродобривами, впливали на збільшення показника врожайності порівняно з контролем. Від використання Квантум ПЛАТІНУМ отримали прибавку 0,09 т/га. Підживлення препаратом Вуксал Ойлсид впливало на збільшення врожайності в межах 0,83 т/га. Використання добрива Басфоліар Актив СЛ сприяло отриманню прибавки врожаю 0,6 т/га порівняно з контролем.

Отже, для збільшення врожайності рекомендуємо у технології вирощування сої проводити поза-кореневе підживлення у фазі бутонізації комплексним мікродобривом на хелатній основі Вуксал Ойлсид у нормі 3,0 л/га.



Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Diyanova, A. A., & Mirny, N. V. (2021). Droughtresistant soybean varieties for Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 135–140. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>
2. Gamajunova, V., Khonenko, L., & Iskakova, O. (2021). Optimisation of nutrition of early-maturing potato varieties on drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*, 24 (8), 47–55. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(8\).2021.47-55](https://doi.org/10.48077/scihor.24(8).2021.47-55)
3. Gamayunova, V., & Panfilova, A. (2020). Effect of fertilization on the accumulation overground mass of spring barley plants. *Scientific Horizons*, 05 (90), 7–14. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-90-5-7-14>
4. Gamayunova, V., Khonenko, L., Baklanova, T., Kovalenko, O., & Pilipenko T. (2020). Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change. *Scientific Horizons*, 02 (87), 89–101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101>
5. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O., & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (2), 365–374.
6. Kots, S. Y., Rybachenko, L. I., Khrapova, A. V., Kukol, K. P., Rybachenko, O. R., & Khomenko, Y. O. (2022). Composition of pigment complex in leaves of soybean plants, inoculated by *Bradyrhizobium japonicum*, subject to metal nanocarboxylates and various-levels of water supply. *Biosystems Diversity*, 30 (1), 80–87. <https://doi.org/10.15421/012208>
7. Miladinov, Z., Balesevic Tubic, S., Crnobarac, J., Miladinovic, J., Canak, P., Djukic, V., & Petrovic, K. (2020). Effects of foliar application of solutions of ascorbic acid, glycine betaine, salicylic acid on the yield and seed germination of soybean in South Eastern Europe conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107 (4), 337–344. <https://doi.org/10.13080/z-a.2020.107.043>
8. Milenko, O., Shevnikov, M., Solomon, Yu., Rybalchenko, A., & Shokalo, N. (2022). Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties. *Scientific Horizons*, 25 (4), 61–66. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.61-66](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.61-66)
9. Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 72–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.08>
10. Punchyshyn, V., Moisiienko, V., & Yatsenko, T. (2019). Formation of cereals of grain forests of forests in conditions of polish. *Scientific Horizons*, 2, 34–38. <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-34-38>
11. Rybalchenko, A. M. (2022). Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by elements of productivity and duration of period vegetation in F₁ soybean. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology*, 46 (4), 62–67. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.9>
12. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., Skrynnik, I. O., & Artemenko, D. Yu. (2021). Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 37–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.04>
13. Shevnikov, D. M., & Shevnikov, M. Y. (2020). Formation of hard spring wheat productivity depending on the mineral fertilizers and biological preparations. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21 (63-64), 31–37.
14. Shevnikov, M., Milenko, O., Lotysh, I., Shevnikov, D., & Shovkova, O. (2022). The effect of cultivation conditions on the nitrogen fixation and seed yield of three Ukrainian varieties of soybean. *Scientific Horizons*, 25 (8), 17–27. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(8\).2022.17-27](https://doi.org/10.48077/scihor.25(8).2022.17-27)
15. Tafij, M. D., Nikolaichuk, V. I., & Belchhazy, V. J. (2016). Effect of zinc salt solutions on the development of chlorophyll and formation of seeds of maize hybrids. *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Medicine*, 24 (2), 302–307. <https://doi.org/10.15421/011639>
16. Vozhegova, R., Borovyk, V., Marchenko, T., & Rubtsov, D. (2020). The influence of plant density and doses of fertilizers on photosynthetic activity and yield of soybean of middle-ripening variety Sviatohor in conditions of irrigation. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (4), 62–68. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09>
17. Vozhegova, R. A., Borovik, V. O., Rubtsov, D. K., Bidnyna, I. O., & Klubuk, V. V. (2020). Modern aspects of solving the problem of saving nitrogen fertilizers when growing soybeans under irrigation. *Agrarian Innovations*, 1, 11–16. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.2>
18. Vozhegova, R. A., Naydonova, V. O., & Voronyuk, L. A. (2016). Productivity of soy at the different methods of basic treatment of soil and doses of fertilizers on irrigation. *Irrigated Agriculture*, 65, 20–22.
19. Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Y. O., Bazaliy, V. V., Marchenko, T. Y., Borovik, V. O., Michalenko, I. V., & Klubuk, V. V. (2019). Variability of the «mass of seeds from a plant» sign in the soybeans hybrids of the different groups of ripeness. *Faktori Eksperimental'noi Evolucii Organizmiv*, 24, 53–58. <https://doi.org/10.7124/feco.v24.1078>
20. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Basics of research in agronomy*. Kyiv: Diia.

ORCID

O. Milenko  <https://orcid.org/0000-0003-0529-5824>
A. Sidash  <https://orcid.org/0000-0002-0398-2404>



2024 Milenko O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The impact of liming on the CO₂ emission from sod-podzolic soil in a fertilized agroecosystem of the Western Polissia

V. Polioviy | L. Yashchenko✉ | O. Kurach | H. Rovna | B. Huk

Article info

Correspondence Author
L. Yashchenko
E-mail:
rivne_apv@ukr.netInstitute of Agriculture of
Western Polissia of NAAS,
5, Rivnenska Str., Shubkiv,
Rivne region, 35325,
Ukraine

Citation: Polioviy, V., Yashchenko, L., Kurach, O., Rovna, H., & Huk, B. (2024). The impact of liming on the CO₂ emission from sod-podzolic soil in a fertilized agroecosystem of the Western Polissia. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 58–63. doi: 10.31210/spi2024.27.01.10

The aim of the research was identification the specificity of carbon dioxide emission from sod-podzolic soil impacted by the application of chemical amelioration and crop fertilization in crop rotation. It was established that the total amount of CO₂ emitted from the soil at different doses of liming and fertilization exceeded the control by 1.2–2.0 times on average over the years 2012–2019. The primary source of CO₂ emissions was the mineralization of plant residues and humus. With an increase in the dose of CaMg(CO₃)₂ from 0.5 to 1.5 Hh (hydrolytic acidity), along with the use of mineral fertilizers in the treatments, the calculated total amount of CO₂ emissions increased by an average of 8.7–19.6%. Considering the average daily CO₂ emissions determined under crops, a significant decrease (at $p \leq 0.05$) in CO₂ emissions, on average for the crop rotation, was observed with the 1.0 Hh dose of CaMg(CO₃)₂ compared to the 1.5 Hh dose in the presence of the N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ mineral fertilizers background. However, reducing the dose to 0.5 Hh of CaMg(CO₃)₂ and using 1.0 Hh of CaCO₃ did not result in a statistically significant effect on CO₂ emissions compared to the 1.0 Hh dose of CaMg(CO₃)₂. It should be noted that a portion of the emitted carbon dioxide is absorbed by plants during photosynthesis, which contributes to crop productivity. In the treatment with the 1.5 dose of CaMg(CO₃)₂ on the background of N₁₁₂P₈₂K₁₀₅, a significant increase in yield was observed at $p \leq 0.05$, with a ratio of CO₂ emissions to crop productivity of 3.01 : 1. Based on the indicators of average daily emissions and considering the length of the growing season and the productivity of crop rotation, the highest intensity of CO₂ emission flows during the growing season was observed in both the control and the N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ treatment, at 10.7 and 12.0 t/ha, respectively. With different doses and types of chemical ameliorants, there was a decrease in the flow of carbon dioxide from the soil by 17.4–23.3% and a reduction in non-productive losses of CO₂ to 3.2–3.4 kg/ha/hour, which is associated with higher photosynthetic activity of crops. Thus, to maintain ecological stability and high crop productivity in crop rotation on sod-podzolic soil in the conditions of the Western Polissia, the application of 1.0 and 1.5 doses Hh of CaMg(CO₃)₂, along with saturating the crop rotation with mineral fertilizers at the N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ dose, is an effective measure to reduce unproductive CO₂ emission flows.

Keywords: ground dolomitic lime, calcium lime, fertilizers, CO₂ emission, plant mass.

Вплив вапнування на обсяги емісійних потоків CO₂ із дерново-підзолистого ґрунту в удобрюваному агроценозі Західного Полісся

В. М. Польовий | Л. А. Яценко | О. В. Курач | Г. Ф. Ровна | Б. В. Гук

Інститут сільського
господарства Західного
Полісся НААН,
с. Шубків, Україна

Застосування хімічної меліорації та удобрення культур у сівозміні зумовлюють специфіку інтенсивності емісійних потоків діоксиду карбону з дерново-підзолистого ґрунту, виявлення яких було метою цих досліджень. Встановлено, що загальна кількість емітованого CO₂ із ґрунту при різних дозах вапнування і удобрення в середньому за 2012–2019 рр. перевищувала контроль у 1,2–2,0 рази. Основним джерело емісії CO₂ слугувала мінералізація рослинних решток і гумусу. Зі збільшенням дози CaMg(CO₃)₂ від 0,5 до 1,5 Нг при сумісному застосуванні мінеральних добрив розрахована загальна кількість викидів CO₂ у середньому збільшилася на 8,7–19,6 %. Зважаючи на середньодобові викиди CO₂, визначені під культурами, їх істотно зниження (при $p \leq 0,05$) у середньому по сівозміні відзначено за 1,0 дози Нг CaMg(CO₃)₂ порівняно з 1,5 дозою Нг і з фоно мінерального удобрення N₁₁₂P₈₂K₁₀₅. Зменшення дози до 0,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ та застосування 1,0 дози Нг CaCO₃ не мало статистично значущого впливу на обсяги викидів CO₂ порівняно з 1,0 дозою Нг CaMg(CO₃)₂. Слід брати до уваги, що частина емітованого діоксиду карбону поглинається рослинами у ході фотосинтезу, що забезпечує формування продуктивності культур. У варіанті 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ на фоні N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ відзначено істотний приріст урожаю при $p \leq 0,05$ при відношенні емісії CO₂ до продуктивності культур як 3,01 : 1. Виходячи з показників середньодобових викидів та враховуючи тривалість вегетаційного періоду і продуктивність культур сівозміни, найвища інтенсивність емісійних потоків CO₂ за вегетаційний період була отримана у контролі і у варіанті N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ 10,7 і 12,0 т/га відповідно. При різних дозах і видах хімічних меліорантів спостерігалось зниження потоку діоксиду карбону з ґрунту на 17,4–23,3 % та непродуктивних втрат CO₂ до 3,2–3,4 кг/га/год, що пов'язано з вищою фотосинтетичною активністю культур. Отже, для збереження екологічної стабільності і високої продуктивності культур у сівозміні на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся застосування 1,0 і 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ за насиченості сівозміни мінеральним добривами N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ є ефективним заходом зниження непродуктивних емісійних потоків CO₂ в атмосферу, закріплення і збільшення органічного вуглецю у ґрунті.

Ключові слова: доломітове і вапнякове борошно, добрива, емісія CO₂, рослинна маса.

Бібліографічний опис для цитування: Польовий В. М., Яценко Л. А., Курач О. В., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Вплив вапнування на обсяги емісійних потоків CO₂ із дерново-підзолистого ґрунту в удобрюваному агроценозі Західного Полісся. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 58–63.

Вступ

Дерново-підзолисті ґрунти займають значні площі в зоні Полісся і, незважаючи на низький вміст органічного вуглецю та низьку властивість до секвестрації органічної речовини, відіграють важливу роль у кругообігу цього елемента [1, 2].

Пошук способів підвищення родючості таких ґрунтів є важливим науково-практичним завданням, від розв'язання якого залежить ефективність ведення аграрного виробництва. Для подолання деградації ґрунтів і пом'якшення наслідків кліматичних змін управління процесами кругообігу та секвестрації вуглецю у ґрунті є основним завданням. Під впливом інтенсифікації технологій та інших антропогенних чинників ґрунти втрачають лабільну органічну речовину, відбувається їх виснаження та зростають викиди CO₂ в атмосферу [3, 4].

Важливим резервом стабілізації гумусного стану ґрунтів є запровадження екологічно безпечних сівозмін, надходження органічних речовин за рахунок побічної продукції та вапнування кислих ґрунтів [5, 6].

За умови великих об'ємів біомаси надземної частини і коріння достатній вологості і аерації ґрунту складаються оптимальні умови для утримання вуглецю у ґрунті. Ґрунти, багаті на органічну речовину, виділяють CO₂ до 5 кг/га/год, піщаний неудобрений до 2 кг/га/год, суглинок – 4 кг/га/год [7, 8].

Зростання інтенсивності виділення CO₂ за високої кислотності ґрунтового розчину свідчать про активний перебіг процесів мінералізації органічної речовини. На таких ґрунтах відбувається переважне нагромадження фульвокислот, що здатні до швидкої мінералізації та вимивання в умовах промивного водного режиму [9, 10].

Одним із дієвих заходів зниження емісії CO₂ та підвищення родючості малопродуктивних кислих ґрунтів є вапнування. Вапнякові матеріали завдяки збагаченню ґрунтових колоїдів кальцієм і магнієм знижують шкідливу концентрацію іонів водню, алюмінію, заліза і доступність та надходження до рослинного організму важких металів. Тому розробка прийомів вапнування та диференційованої системи оптимізації доз вапна є головним завданням для забезпечення екологічної стабільності довкілля [11, 12, 13].

Перебіг процесу дисипації CO₂ до атмосфери залежить від цілої низки чинників: біологічних особливостей культур, надземної та кореневої маси, а також параметрів температури та вологості ґрунту [14]. Щорічно рослини асимілюють близько 1000 млрд т CO₂. Нагромадження акумульованого CO₂ рослинами перебуває у прямій залежності від продуктивності культур [15].

Тому актуальність досліджень пов'язана з необхідністю пошуку шляхів стратегічного управління ґрунтовим органічним вуглецем на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся, оскільки його нагромадження забезпечить зростання запасів гумусу для збереження родючості ґрунту і одержання високої продуктивності культур.

Мета дослідження

Мета досліджень – виявити особливості емісії діоксиду карбону з дерново-підзолистого ґрунту за умови вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні при різних дозах і видах хімічних меліорантів та удобрення.

Матеріали і методи

Стационарний дослід закладений на дерново-підзолистому ґрунті, чергування культур – пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий. Посівна площа ділянки 99 м², облікова – 50 м², повторність досліду триразова. Розміщення варіантів послідовне. Схема досліду: 1. Без добрив – контроль; 2. NPK – фон; 3. Фон + CaMg(CO₃)₂ (0,5 Нг); 4. Фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Нг); 5. Фон + CaMg(CO₃)₂ (1,5 Нг); 6. Фон + CaCO₃ (1,0 Нг). Мінеральні добрива у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого вносили згідно зі схемою досліду у дозах, кг/га д. р.: під пшеницю озиму – N₁₂₀P₆₀K₉₀, кукурудзу на зерно – N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, ячмінь ярий – N₉₀P₉₀K₉₀, ріпак озимий – N₁₂₀P₉₀K₁₂₀. За ротацію сівозміни насиченість мінеральними добривами становила N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ у перерахунку на одиницю площі. Хімічні меліоранти – доломітове CaMg(CO₃)₂ та вапнякове CaCO₃ борошно – вносили перед закладанням досліду у дозі (D), визначеній за показником гідролітичної кислотності (Нг = 2,80–2,90 ммоль/100 г ґрунту) за формулою:

$$D = 1,5 \times \text{Нг}.$$

Обсяги середньодобового викидання CO₂ ґрунтом проводили за польовим методом абсорбції, відомим як «метод Штатнова» у модифікації Б. Н. Макарова. Зразки ґрунту відбирали відповідно до методики (ДСТУ 4287:2004).

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) із використанням *F*-критерію для визначення значущості відмінностей при $p \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення

Результати досліджень показали, що обсяг емітованого CO₂ із ґрунту та його кількість для фотосинтетичного зв'язування залежали від мінералізації рослинної маси та органічної речовини ґрунту. За допомогою розрахункового методу встановлено, що більше CO₂ акумулювала надземна маса рослин у варіантах сумісного застосування хімічних меліорантів і мінеральних добрив: найбільше кукурудзою 26,9–42,1 т/га, друге місце посідає пшениця озима 9,9–14,32 т/га, потім ріпак озимий 10,15–12,99 т/га і ячмінь ярий 7,95–11,86 т/га (рис. 1).

У середньому за дві ротації сівозміни цей показник коливався в межах 13,73–20,32 т/га і був найвищим у разі внесення 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ на фоні насичення N₁₁₂P₈₂K₁₀₅, тоді як на контролі без добрив 8,94 т/га.

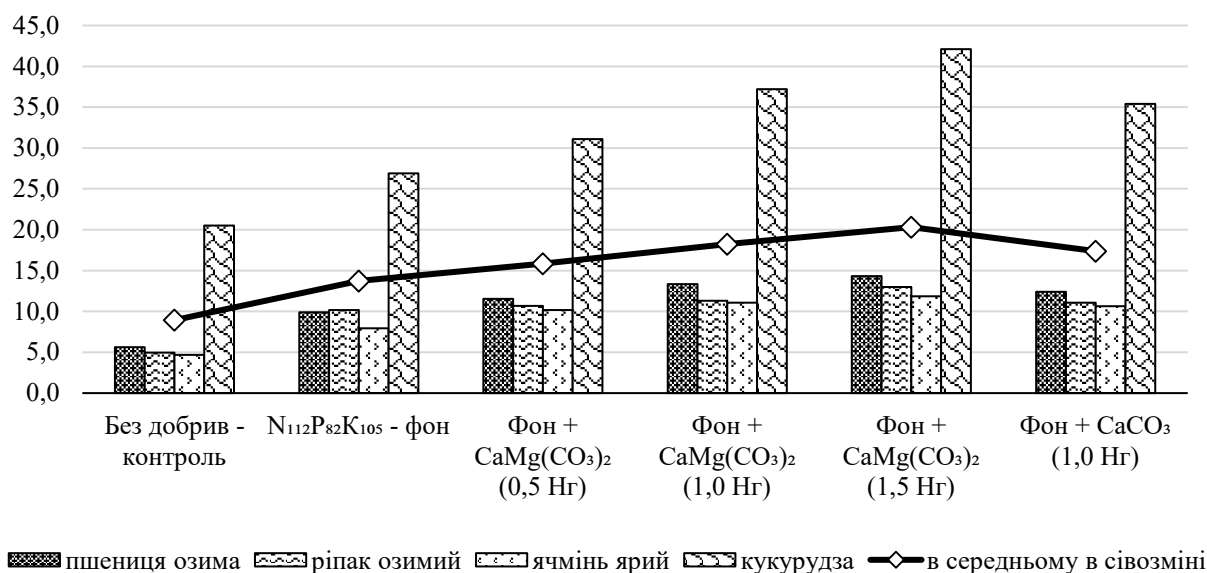


Рис. 1. Акумуляція CO₂ біомасою культур залежно від хімічної меліорації та удобрення, у середньому за 2012–2019 рр.

Збільшення поглинання діоксиду карбону є суттєвим фактором підвищення продуктивності агроценозів. Основним джерелом його є ґрунт та рослинні рештки. Трофименко П.І. та ін. [16] зазначають, що на рослини припадає найбільша частка асимільованого CO₂, який у складі надземної маси рослин після мінералізації нагромаджується у ґрунті у формах, які унеможливають його емісію у вигляді CO₂, тобто проходить секвестрація.

Близько 10 % CO₂ від потреби рослини фіксують із атмосфери. Зважаючи на це, у досліджуваному агроценозі за умови вапнування і удобрення на дерново-підзолистому ґрунті рослини у середньому засвоюють із атмосфери 0,89–2,03 т/га діоксиду карбону.

Потоки CO₂ із ґрунту в атмосферу залежать насамперед від процесів, які відбуваються у ґрунті під впливом різних антропогенних чинників. Мінералізація решток, зароблених у ґрунт, є потужним джерелом поповнення рослинного організму діоксидом карбону для потреб проходження фізіологічних процесів [13]. За допомогою розрахункового методу визначено, що за внесення різних доз хімічних меліорантів на фоні N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ емісія CO₂ від мінералізації рослинних решток із ґрунту була в 1,3–1,8 разів вищою від контролю, що є фактором реалізації потенційної продуктивності культур в агроценозі за досліджуваних чинників (рис. 2).

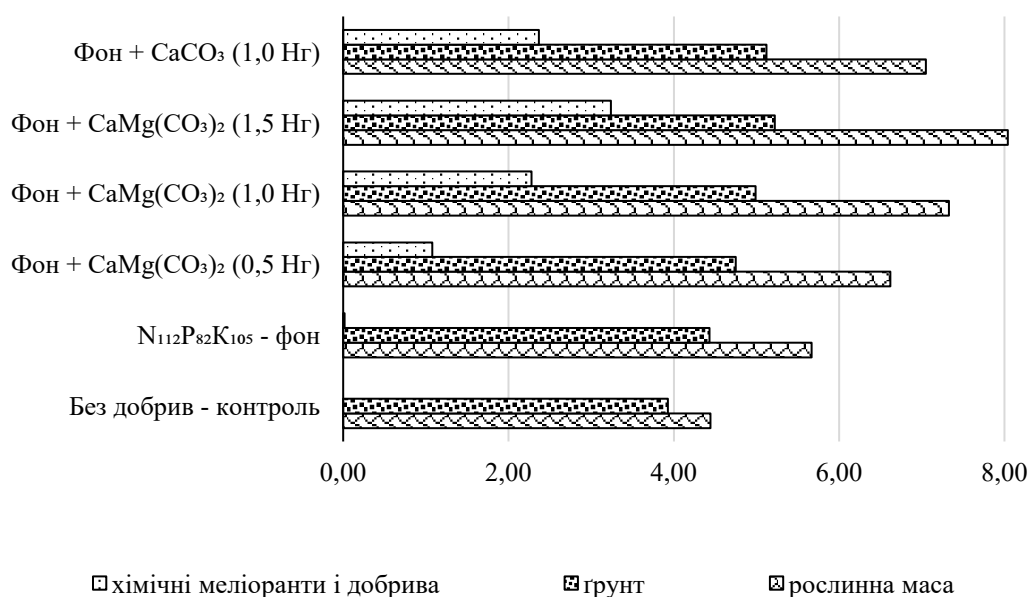


Рис. 2. Величина емісії CO₂ із різних джерел на дерново-підзолистому ґрунті залежно від хімічної меліорації та удобрення, т/га, у середньому за 2012–2019 рр.

У варіантах без добрив і меліорації на кислому ґрунті без покращення поживного режиму утворення CO₂ із меншої кількості надземної маси культур сівозміни проходило повільно, у результаті чого емісія CO₂ від мінералізації цієї маси була найменшою 4,44 т/га. Визначено, що частка емісійних потоків CO₂ від мінералізації рослинної маси склала 48,5–56,0 % від загального витоку CO₂ із різних джерел.

В агроценозі короткоротаційної сівозміни у варіантах із 0,5–1,5 дозами Нг СаMg(CO₃)₂ на фоні N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ кількість CO₂ утвореного за умови мінералізації гумусу, в середньому становила 4,43–5,22 т/га, тоді як у контролі з низьким вмістом органічної речовини і кислою реакцією ґрунтового розчину – 3,93 т/га. Вищий вміст гумусу у варіанті застосування підвищеної дози доломітового борошна спричинив збільшення емісійних потоків CO₂ від його мінералізації на 32,8% до контролю та на 17,8 % до фону.

Традиційно вапнякові матеріали, оскільки містять карбонати, є джерелом діоксиду карбону і впливають

на його цикл у ґрунті. Доведено, що на кислих ґрунтах меліоранти є чистим джерелом діоксиду карбону, тоді як карбонатні ґрунти з високою кислотністю поглинають CO₂. [17]. Розрахунок викидів діоксиду карбону від хімічної меліорації проведено зважаючи на види, дози меліорантів та коефіцієнти перерахунку 0,48 для доломітового борошна та 0,44 для вапнякового борошна [18]. Внесення 1,5 дози СаMg(CO₃)₂ на фоні N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ забезпечило зростання емісії CO₂ до 3,24 т/га, тоді як у разі внесення 1,0 і 0,5 дози Нг показник був нижчим у 1,4 і 3,0 рази відповідно.

Зважаючи на вищезазначені джерела надходження діоксиду вуглецю загальна кількість його емісійних потоків за різних доз вапнування і удобрення у середньому за 2012–2019 рр. становили 10,12–16,50 т/га і перевищувало в 1,2–2,0 рази контроль. (табл. 1). Проте відношення загальної емісії CO₂ до виходу зернових одиниць у сівозміні (пшениця озима, ріпак озимий, ячмінь ярий, кукурудза) показує ефективну участь діоксиду карбону у формуванні продуктивності культури.

Таблиця 1

Вплив хімічної меліорації і удобрення на продуктивність культур та викиди CO₂ на дерново-підзолистому ґрунті, у середньому за 2012–2019 рр.

Варіант	Продуктивність, з. од., т/га	Надходження CO ₂ з різних джерел, т/га	Відношення емісії CO ₂ до продуктивності культур
Без добрив – контроль	2,13	8,37	3,93 : 1
N ₁₁₂ P ₈₂ K ₁₀₅ – фон	3,33	10,12	3,04 : 1
Фон + СаMg(CO ₃) ₂ (0,5 Нг)	4,19	12,45	2,97 : 1
Фон + СаMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг)	4,81	14,60	3,03 : 1
Фон + СаMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг)	5,49	16,50	3,01 : 1
Фон + СаСО ₃ (1,0 Нг)	4,57	14,54	3,18 : 1
НР ₀₅	0,46	1,36	

Встановлено, що у варіанті без добрив і хімічної меліорації на 1 т з. од. приходилося 3,93 т емісійних потоків CO₂, тоді як за умови внесення 1,5 дози Нг СаMg(CO₃)₂ на фоні рекомендованої дози мінеральних добрив цей показник знизився до 3,01 т на 1 т з. од. Отже, вища продуктивність культур в останньому варіанті зменшує надходження CO₂ як парникового газу в атмосферу.

Кругообіг вуглецю відзначається ідеально циклічними переміщеннями двоокису вуглецю в атмосфері, ґрунті і живих організмах, який здійснюється всього п'ять років. За умови стабілізації

органогенів у вапняках, вугільних покладах цей процес триватиме довгі строки [19, 20].

Під час досліджень з'ясовано, що серед удобрюваних варіантів під культурами обсяги середньодобового викидання CO₂ були істотно нижчими у варіанті 1,0 дози Нг СаMg(CO₃)₂ порівняно 1,5 дози Нг і без меліорантів при p ≤ 0,05 (табл. 2).

Зменшення дози до 0,5 дози Нг СаMg(CO₃)₂ та застосування 1,0 дози Нг СаСО₃ не спричинило статистично значимого зменшення обсягів викидів CO₂ порівняно з 1,0 дози Нг СаMg(CO₃)₂ під культурами сівозміни.

Таблиця 2

Обсяги середньодобового викидання CO₂ культур на дерново-підзолистому ґрунті, кг/га/добу, у середньому за 2012–2019 рр.

Варіант	Пшениця озима	Ріпак озимий	Ячмінь ярий	Кукурудза	Середнє по сівозміні
Без добрив – контроль	119,0	216,4	137,0	177,5	162,5
N ₁₁₂ P ₈₂ K ₁₀₅ – фон	164,2	240,6	162,7	207,2	193,7
Фон + СаMg(CO ₃) ₂ (0,5 Нг)	148,9	230,6	142,6	186,1	177,1
Фон + СаMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг)	156,4	230,2	151,4	175,8	178,5
Фон + СаMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг)	175,1	218,5	173,3	173,6	185,1
Фон + СаСО ₃ (1,0 Нг)	160,2	244,3	144,1	184,9	183,4
НР ₀₅	7,6	9,8	10,6	15,4	

На основі обсягів середньодобового викидання CO₂ та тривалості періоду вегетації культур визначено обсяг емітованого діоксиду карбону за вегетаційний

період та його непродуктивні втрати з одиниці площі за одиницю часу (рис. 3).

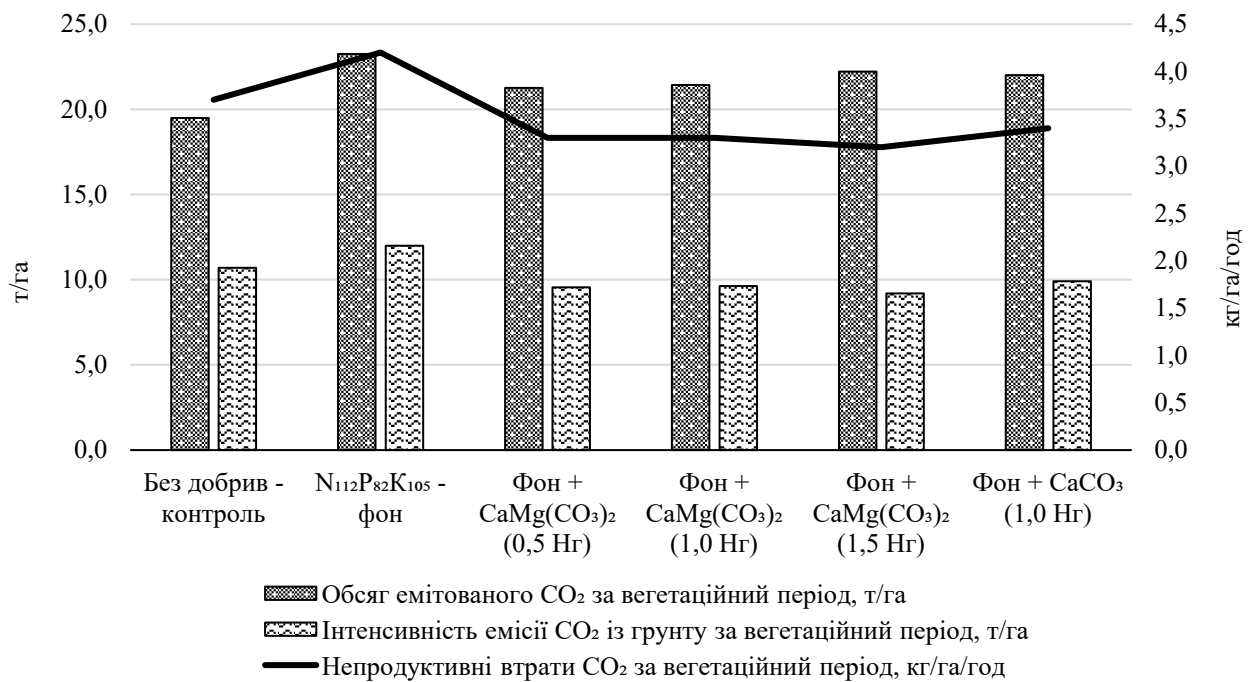


Рис. 3 Обсяги викидів CO₂ за вегетаційний період культур та непродуктивні втрати діоксиду карбону на дерново-підзолистому ґрунті, у середньому за 2012–2019 рр.

Відповідно найнижчі істотні непродуктивні втрати CO₂ за вегетаційний період – 3,2 кг/га/год були за умови внесення 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ на фоні удобрення, тоді як за N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ були найвищими 4,2 кг/га/год. Проте значущої різниці у обсягах непродуктивних втрат діоксиду карбону за різних доз доломітового борошна не виявлено.

Висновки

Застосування 1,0 і 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ за умови внесення рекомендованих доз мінеральних добрив під культури сівозміни з насиченістю N₁₁₂P₈₂K₁₀₅ дасть можливість мінімізувати непродуктивні втрати вуглецю на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся. Основним джерелом вивільнення CO₂ із ґрунту є мінералізація рослинних решток і гумусу. Хімічні меліоранти і мінеральні добрива збільшили викиди CO₂ на 8,7–19,6 % порівняно з контролем. У варіанті з мінеральними добривами по сівозміні середньодобові обсяги викидання CO₂ найвищі – 193,7 кг/га/добу. Підвищення продуктивності культур у середньому по сівозміні до 4,81–5,49 з. од. у варіантах із 1,0 і 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ спричинило зниження інтенсивності емісії CO₂ із ґрунту за вегетаційний період на 19,8–23,3 % відносно фону та непродуктивних втрат CO₂ до рівня 3,2–3,3 кг/га/год, що пов'язано з вищою фотосинтетичною активністю культур у цих варіантах.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі спричинені глобальною зміною клімату і, як наслідок, збільшенням викидів парникових газів в атмосферу та порушенням традиційних сівозмін, що пов'язано із

поширенням у зоні Полісся високоінтенсивних культур, що зумовлює необхідність досліджень видозмінених агроценозів на екологічну ситуацію в регіоні.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Ryzhuk, S., Kochyk, G., Mel'nychuk, A., Kucher, G., & Savchuk, O. (2022). Justification of approaches and strategic directions for sequestration and increase of organic carbon in soils of Polissya zone. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 100 (5), 20–32. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202205-04>
- Food security and climate change: "4 per 1000" initiative new tangible global challenges for the soil (2019). *Conference report. Poitiers, France 18–20 Jun 2019*. Retrieved from: <https://symposium.inra.fr/4p1000>
- Yu, W. J., Li, X. S., Chen, Z. J., & Zhou, J. B. (2018). Effects of nitrogen fertilizer application on carbon dioxide emissions from soils with different inorganic carbon contents. *The Journal of Applied Ecology*, 29 (8), 2493–2500. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201808.009>
- Karaieva, N. V., & Bereznytska, M. V. (2014). Formuvannya stratehichnykh napriamiv perekhodu do nyzkovuhletevoho rozvytku Ukrainy na osnovi ekspertnoi otsynky. *Ekonomichnyy Visnyk Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Ukrainy «Kyivskiy Politekhnichnyi Instytut»*, 11, 39–46. [in Ukrainian]
- Tkachuk, V., & Trofymenko, P. (2020). Humus content for different use of sod-podzolic sandy soil and the amount of CO₂ emissions lost. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 2(84). <https://doi.org/10.31548/dopovid2020.02.007>
- Popim, M. A., Siabruk, O. P., Akimova, R. V., & Shevchenko, M. V. (2020). The newest integrative methods of research of soil organic carbon stabilization at different tillage. *AgroChemistry and Soil Science*, 90, 13–28. <https://doi.org/10.31073/acss90-02>

7. Miroshnychenko, M. M. (2011). Dynamika emisii CO₂ za riznykh sposobiv obrobittu gruntu. *Agrokhimiia i Gruntoznavstvo*, 74, 1–5. [in Ukrainian]
8. Chorni, S. G., & Vydynivska, O. V. (2013). Emisiia oksydu vuhletsiu z chornozemu pivdennoho ta mozhlyvosti yoho sekvestru pry zastosuванні tekhnolohii no-till. *Biologichni Systemy*, 5 (2), 262–267. [in Ukrainian]
9. Gavryliuk, V. A., & Melymuka, R. Y. (2022). Carbon gas emissions and microbiological activity of soils under different agricultural purposes in conditions of Western Polissia. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 47 (1), 42–47. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.6>
10. Snitynskyi, V., Gabriel, A., Olifir, Yu., & Hermanovych, O. (2015). Humus and carbon emissions of dioxins in agroecosystems. *Agroecological Journal*, 1, 53–58. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2015.272157>
11. Mazur, H. (2008). *Vidtvorennia i reguluvannia rodiuchosti lehkykh gruntiv. [Reproduction and regulation of light soils fertility]. Monograph*. Kyiv: Agrarian science. [in Ukrainian]
12. Skrylnyk, Ie., Hetmanenko, V., Kutova, A., & Moskalenko, V. (2021). Potential resources of organic raw materials in Ukraine and the approaches to their management for increasing soil organic carbon stocks. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 110 (2), 45–53. [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2021-2\(110\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2021-2(110)-6)
13. Morozova, T. V., & Likho, O. A. (2022). Emisiia CO₂ z gruntiv pid energetychnymy kulturamy. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu Vodnoho Hospodarstva ta Pryrodokorystuvannia*, 2 (98), 89–103. <https://doi.org/10.31713/vs220227>
14. Chen, X., Liu, M., Xu, Z., & Wei, H. (2021). Influences of temperature and moisture on abiotic and biotic soil CO₂ emission from a subtropical forest. *Carbon Balance Manage*, 16 (18). <https://doi.org/10.1186/s13021-021-00181-8>
15. Trofymenko, P., Trofymenko, N., Veremeyenko, S., & Borysov, F. (2019). Methodology of determination of intensity of soil burial and emission loss of carbon agro-landscapes of left bank in Polissya the event of a plane vegetation period. *Visnik L'vivs'kogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu. Agronomiia*, 23, 238–243. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.238>
16. Trofymenko, P., Trofymenko, N., Zubova, O., & Karas, I. (2016). Organic carbon stocks in the sod-podzolic arable soils of Ukrainian Polesie. *Scientific Horizons*, 1 (53), 46–52.
17. Kunhikrishnan, A., Thangarajan, R., Bolan, N. S., Xu, Y., Mandal, S., Gleeson, D. B., Seshadri, B., Zaman, M., Barton, L., Tang, C., Luo, J., Dalal, R., Ding, W., Kirkham, M. B., & Naidu, R. (2016). Functional relationships of soil acidification, liming, and greenhouse gas Flux. *Advances in Agronomy*, 1–71. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.05.001>
18. *Measuring emissions: A guide for organisations: 2022 detailed guide*. (2022). Wellington: Ministry for the Environment. Retrieved from: <https://environment.govt.nz/publications/measuring-emissions-a-guide-for-organisations-2022-detailed-guide>
19. Bovsunovskiy, A. M., Savchuk, O. I., Nahulevych, L. I., Melnychuk, A. O. (2008). Ratsionalne vykorystannia gruntovoho pokryvu Zhytomyrskoho Polissia na zasadakh adaptivno-landshaftnoho zemlekorystuvannia. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 4, 132–137. [in Ukrainian]
20. Craswell, E. T., & Lefroy, R. D. B. (2001). The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61 (1/2), 7–18. <https://doi.org/10.1023/a:1013656024633>

ORCID

- V. Polioviy  <https://orcid.org/0000-0002-3133-9803>
 L. Yashchenko  <https://orcid.org/0000-0003-1407-0133>
 O. Kurach  <https://orcid.org/0000-0002-1343-097X>
 H. Rovna  <https://orcid.org/0000-0002-7599-5650>
 B. Huk  <https://orcid.org/0000-0002-8666-2667>



© 2024 Polioviy V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The prospects of hard spring wheat cultivation to ensure internal consumption

O. Barabolia  | A. Latysh

Article info

Correspondence Author

O. Barabolia

E-mail:

olga.barabolia@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Barabolia, O., & Latysh, A. (2024). The prospects of hard spring wheat cultivation to ensure internal consumption. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 64–68. doi: 10.31210/spi2024.27.01.11

Under modern conditions, the Ukrainian farmers have the aim to manufacture high-quality, competitive and safe agricultural products for satisfying the internal market. An important direction in it is the cultivation of high-quality hard spring wheat, which occupies a significant place in food supply not only in Ukraine, but also in the world community, making about 5–7 % of all the world areas under wheat cultivation. The purpose of the article is to study the prospects of developing the internal market of hard spring wheat production and consumption. High grain quality and yield capacity are important indicators assisting in the increase in the volumes of this crop cultivation for internal requirements. The main directions of grain use were determined – manufacturing grits and high-quality pasta products, which require flour containing 25–26 % of gluten. Unsatisfactory quality of domestic hard spring wheat grain leads to the increase in the import of manufactured pasta products from hard wheat varieties or high-quality flour for the domestic production. To solve the problem of raising the yield capacity and quality of hard spring wheat grain, it is recommended to apply modern recognized varieties, follow the technology of cultivating and introducing the promising methods of pre-sowing seed treatment, plant growth stimulants, ecological methods and technologies. As a result, the Ukrainian manufacturers of pasta products and grits will receive the necessary raw materials, which will be cheaper than the imported and will make the price for ready-made products lower. As hard wheat grain is twice as expensive as soft varieties' grain, this will make farms profitable under the limited grain export and the constant price growth for fuel and fertilizers. The cooperation of farmers with the manufacturers of ready-made products to develop the necessary infrastructure (for example, a mill) and the use of modern logistic centers (dry ports) are important factors in the improvement of this direction in crop growing.

Keywords: yield capacity, grain quality, agro-technical measures, processing, pasta products, cooperation.

Перспективи вирощування пшениці твердої ярої для забезпечення внутрішнього споживання

О. В. Бараболя | А. А. Латиш

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

В сучасних умовах перед вітчизняними фермерами стоїть мета – виробництво якісної, конкурентоспроможної та безпечної сільськогосподарської продукції для задоволення внутрішнього ринку. Важливим напрямом в цьому є вирощування високоякісної пшениці твердої ярої, яка займає важливе місце у продовольчому забезпеченні не лише в Україні, а й світовій спільноті, становлячи приблизно 5–7 % від загальносвітових площ під вирощуванням пшениці. Мета статті – дослідження перспектив розвитку внутрішнього ринку виробництва та споживання пшениці твердої ярої. Важливими показниками, що сприяють збільшенню обсягів вирощування цієї культури для внутрішніх потреб, є висока якість зерна та врожайність. Визначено основні напрями його використання – виробництво круп і високоякісних макаронних виробів, які потребують борошна з рівнем клейковини 25–26 %. Незадовільна якість вітчизняного зерна пшениці твердої ярої призводить до збільшення імпорту вже готових макаронних виробів з твердих сортів пшениці або високоякісного борошна для вітчизняного виробництва. Для вирішення питання збільшення врожайності й якості зерна пшениці твердої ярої рекомендується використання сучасних районованих сортів, дотримання технології вирощування та впровадження перспективних методів передпосівної обробки насіння, стимуляторів росту рослин, екологічних методів і технологій. В результаті вітчизняні виробники макаронних виробів і круп отримують необхідну сировину, яка буде дешевше за імпорту, та сприятиме зменшенню ціни на готову продукцію. Оскільки зерно пшениці твердої вдвічі дорожче за зерно м'яких сортів, це забезпечить прибутковість фермерам в умовах, коли експорт зерна обмежений, а ціни на паливо та добрива постійно зростають. Важливими факторами розвитку цього напрямку в рослинництві є кооперація фермерів з виробниками готової продукції для розбудови необхідної інфраструктури (наприклад, млина) та використання сучасних логістичних центрів (сухих портів).

Ключові слова: врожайність, якість зерна, агротехнічні заходи, переробка, макаронні вироби, кооперація.

Бібліографічний опис для цитування: Бараболя О. В., Латиш А. А. Перспективи вирощування пшениці твердої ярої для забезпечення внутрішнього споживання. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 64–68.

Пшениця тверда (*Triticum durum Desf.*) – єдиний тетраплоїдний вид пшениці, який використовується в комерційних цілях і споживався як харчовий продукт у раціоні людини [1]. Також вона є єдиним джерелом сировини для виготовлення макаронних виробів найвищої якості, що характеризується високою міцністю, янтарно-жовтим кольором, низькою засвоюваністю, незначною втратою речовин при варінні, приємним смаком і харчовою цінністю [2].

Пшениця тверда дуже багата цінними елементами – вітамінами (РР, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉), клітковиною, вуглеводами (фруктоза, глюкоза, лактоза), білками, ненасиченими жирами, макро- (фосфор, калій, магній, кальцій, натрій) і мікро-елементами (мідь, селен, цинк, залізо, марганець) [3]. Їх вміст визначається природними факторами – температурою повітря та кількістю опадів протягом вегетаційного періоду, географічним розташуванням місця вирощування, ботанічними характеристиками сортів зерна, типом ґрунту, агротехнікою вирощування. Також пшеничну солому можна використовувати як підстилку в суміші з органічними добривами або як органічне добриво. Крім того, вона має перспективи використання в біоенергетичних цілях [4].

Пшениця тверда посідає друге місце в світі після пшениці м'якої за площами вирощування. Наразі валове виробництво зерна пшениці становить близько 765 млн тонн, з яких майже 5 % припадає на пшеницю тверду [5]. Її частка в загальних площах посівів пшениці у світі становить близько 10 %. Найбільші площі пшениці твердої зосереджені в Португалії,

Іспанії, Італії, де її вирощують для виробництва високоякісних макаронних виробів [6], оскільки високий вихід борошна можливий лише завдяки щільному, твердому склоподібному і великому ендосперму. Для порівняння, якщо в Італії вирощується 4 млн тонн пшениці твердої, то в Україні – всього лише 30 тис. тонн [7], оскільки для внутрішнього виробництва макаронних виробів зазвичай використовується пшениця м'яких сортів, що сприяє їх здешевленню [8].

Взагалі ринок макаронних виробів в Україні протягом останнього десятиліття характеризувався скороченням внутрішнього виробництва та зростанням їх імпорту, що свідчить про зменшення обсягів вирощування пшениці відповідної якості, коли отримане борошно має вміст клейковини 25–26 % [9, 10]. Так, внутрішнє виробництво за 2011–2021 роки скоротилось майже вдвічі – з 116 до 62,2 тис. тонн [11]. При цьому, імпорт макаронних виробів в Україну збільшувався – з 21,3 тис. тонн у 2011 році до 51,3 тис. тонн у 2021 році, що спричинило зростання частки імпорту від їх виробництва до 82 % (рис. 1). В той же час, ринок споживання макаронних виробів з твердих сортів пшениці в Україні постійно зростає за рахунок використання у виробництві імпортного борошна та в 2021 році складав 30–40 % від загального об'єму [12]. До основних імпортерів макаронних виробів в Україну напередодні повномасштабної війни увійшли Італія (56 %), Польща (17 %) та Туреччина (11 %) [13].

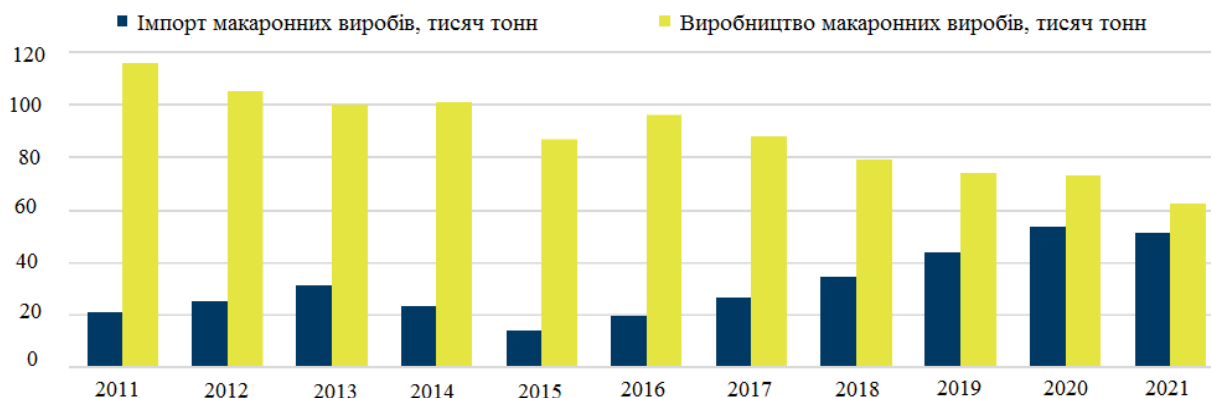


Рис. 1. Ринок макаронних виробів в Україні

Джерело: [8].

З початку повномасштабної війни ринок макаронних виробів в Україні просів, оскільки ще пів року населення закуповувало їх для формування стратегічного запасу. Коли у країну почали завозити гуманітарну допомогу, де до продовольчого пакету входили макаронні вироби, це зупинило їх продажі на внутрішньому ринку. Останні дослідження свідчать і про зменшення ринку споживання макаронних виробів з твердих сортів пшениці на 15–20 % ще й через загальне зменшення доходів населення. В таких умовах змогли залишитися лише крупні виробники, які більше орієнтуються на виробництво продукції

з м'яких сортів пшениці та співпрацюють з благодійними фондами [14]. Однак, у перспективних планах виробників присутні наміри на відновлення виробництва макаронів з твердих сортів з імпортного борошна, яке наразі вищої якості, ніж вітчизняне [12].

Повномасштабне вторгнення країни-агресора на Україну причинило шок на всі галузі господарювання. Відбулося зростання цін на продовольство як наслідок шоку на ринках факторів виробництва (перш за все, добрива і пальне) сільського господарства не тільки в Україні, а й ЄС [15]. В сучасних умовах господарювання сільськогосподарські виробники в

Україні повинні пристосовуватися до непростих умов, коли експорт їх продукції (сировини) може бути обмежений, а на внутрішньому ринку – не користуватися попитом через незадовільну якість для виробництва макаронних виробів (низький вміст білка та клейковини) [16]. В результаті ціна реалізації пшениці не покриває витрати на її виробництво, виробники не мають обігових коштів. Отже, врожайність та якість зерна пшениці – це головні показники, що цікавлять виробників, оскільки визначають економічну ефективність [17].

У зв'язку з цим доцільним є збільшення частки вирощування пшениці твердої, які можна переробити на внутрішньому ринку, й отримати прибутки для підтримання та розширення поточної господарської діяльності. Наразі серед вітчизняних сільськогосподарських виробників зафіксовано зростання попиту на насіння пшениці твердої ярої, оскільки її рентабельність набагато більша від м'яких сортів [7].

Доцільно відзначити, що на внутрішньому ринку вартість товарної пшениці твердої досягає 13–14 тис. грн/т, тоді як м'які сорти коштують приблизно 7 тис. грн/т. При цьому, технологія їх вирощування є фактично ідентичною практично на всій території України, де достатньо вологи. Наразі основний сегмент застосування пшениці твердих сортів в Україні – виробництво круп: Артек, булгур, кук-кус [7]. Перспективним є напрям виробництва макаронних виробів, оскільки у 2021 році на законодавчому рівні ухвалено вимоги до виготовлення цих виробів тільки з твердих сортів пшениці для харчування дітей дошкільного та шкільного віку в закладах дошкільної освіти та початкових школах [18].

Таким чином, перед сільськогосподарськими виробниками постає необхідність забезпечення максимально можливої врожайності та якості зерна пшениці твердої, що обумовлює доцільність застосування та поєднання широкого спектру агротехнічних заходів [19, 20]. А враховуючи нестабільні погоднокліматичні умови, які можуть призвести до загибелі озимих культур, використовують пшеницю яру, як страхову культуру для їх пересіву [21]. Необхідно враховувати, що пшениця тверда яра порівняно з м'якою практично не осипається з колоса, зазнає меншого враження хворобами та пошкодження шкідниками, є більш стійкою до вилягання, містить більше білка – 15–18 % проти 14–16 % [22, 23]. Зазвичай, пшениця яра є менш врожайною (на 10–15 %), ніж озима, що можна нівелювати за рахунок вирощування сучасних сортів [24] з дотриманням регіональних агрономічних практик, включаючи посів, удобрення, захист рослин, збирання врожаю [25].

Для отримання якісного та потенційного врожаю пшениці твердої ярої доцільно враховувати попередників, кращими з яких будуть бобово-злакові суміші, горох, соя, кукурудза та чистий пар [26]. Основним обробіток ґрунту перед сівбою культури є зяблевий, полицевий або безполицевий. Передбачається передпосівний обробіток ґрунту, що за умови фізичної

стиглості ґрунту складається з ранньовесняного боронування та проведення передпосівної культивування на глибину загорання насіння (5–7 см) напередодні чи у день сівби [27].

Науково обґрунтовано, що мінеральні добрива під пшеницю тверду яру можна вносити за зяблевої оранки або передпосівної культивування. В умовах достатності вологи в ґрунті норма азотних добрив для цієї культури може бути збільшена – до 60 кг/га, оскільки азот безпосередньо впливає на якість зерна. Враховуючи, що пшениця тверда яра достатньо добре засвоює добрива, які вносяться під час сівби, рекомендується їх внесення у рядки за сівби у нормі 15–20 кг/га д.р. комплексних добрив [10, 28].

Доцільно також зауважити на перспективності передпосівної обробки насіння та технології вирощування, оскільки наразі зростає світовий попит на традиційні та натуральні продукти харчування [29]. У дослідженні [30] обґрунтовано доцільність і ефективність проведення передпосівної обробки насіння пшениці полби (*Triticum dicocum (Schrank) Schuebl*) опроміненням ультрафіолетовим світлом діапазону С (100–280 нм) із застосуванням органічної та традиційної технології вирощування, і препаратом гумінової природи 1r Seed Treatment (за органічної технології). З урахуванням результатів аналізу обсягу врожайності й основних показників роботи фотосинтетичного апарату рослин пшениці полби визначено найбільш ефективний спосіб передпосівної підготовки насіння за органічної технології – це застосування гумінового препарату, що сприяло збільшенню врожайності майже на 8 % відносно інших ділянок, де насіння оброблялось УФ-С променями та використовувалась традиційна технологія.

Окрім того, у дослідженні була обґрунтована ефективність і переваги вирощування пшениці полби (*Triticum dicocum (Schrank) Schuebl*) за органічної технології порівняно з традиційною [20]. Визначено, що приріст урожайності за органічної технології вирощування є результатом накопичення у ґрунті визначальних елементів живлення рослин, які залишаються після вирощування правильно підібраних попередників – жита озимого на сидерати та гірчиці. Існування значної кількості компонентів агротехнологій, складної системи їх регуляції за умови впливу факторів зовнішнього середовища вкрай ускладнюють виявлення ознак, що пов'язані з формуванням високої продуктивності рослин пшениці твердої ярої за різних технологій вирощування. Відомо, що ріст і розвиток рослин контролюється та регулюється багатьма біохімічними, фізіологічними та молекулярними процесами, все ж таки ключовим є фотосинтез. Оскільки саме поживні речовини, котрі утворюються та накопичуються у ґрунті виконують фундаментальну роль у структурних і функціональних компонентах фотосинтетичного апарату рослин [31, 32], їх оптимальне забезпечення є важливим фактором якості та врожайності зерна пшениці твердої ярої.

Також вирішення питання щодо забезпечення стабільності виробництва високоякісного зерна пшениці твердої ярої в сільськогосподарських господарствах доречно вирощувати не менше 2–3 сортів із незначно різною реакцією рослин на умови вирощування. Наприклад, в умовах Лісостепу України ефективної реалізації свого потенціалу продуктивності набули такі сорти пшениці твердої ярої – Деміра, Нашадок, Септіма, Спадщина, Тера, Харківська 39 [10].

Як перспективний напрям доцільно також розглянути співпрацю вітчизняних фермерів, що вирощують пшеницю тверду яру, з виробниками макаронних виробів. Так, компанія «Віліс» наразі використовує для виробництва макаронних виробів твердих сортів скловидне зерно пшениці, що імпортується з Угорщини й Італії. В той же час, сучасні технології дозволяють вирощувати в Україні необхідну пшеницю твердих сортів для забезпечення цієї та подібних компаній якісною вітчизняною сировиною. Також задля забезпечення ефективності діяльності компанія «Віліс» розглядає варіант кооперації з фермерами для побудови млина. За таких умов готові макаронні вироби з твердих сортів пшениці будуть дешевше на внутрішньому ринку, оскільки використовується вітчизняна сировина, та вони матимуть перспективи для експорту. Необхідно зауважити, що експортувати макаронні вироби набагато простіше, ніж безпосередньо зерно, оскільки для цього можна залучити звичайні вантажівки та здійснювати невеликими партіями [33].

Значної уваги в сучасних умовах заслуговує використання виробниками сухих портів, що також сприяє розвитку переробки. Сухий порт або логістичний хаб представляє собою мульти-модальний логістичний центр з інфраструктурою, що надає власнику вантажу можливість користуватися всіма перевагами морського порту, тільки на суші [34, 35]. Існування сухих портів не тільки у південній частині України, а й на західній, збільшують їх логістичні можливості, зокрема і щодо перевалки зерна [36].

Висновки

Метою проведеного огляду було встановлення перспектив розвитку внутрішнього ринку виробництва та споживання пшениці твердої ярої. У результаті проведеного дослідження встановлено, що вирощування пшениці твердої ярої в сучасних умовах господарювання має перспективи, оскільки ця культура займає важливе місце у продовольчому забезпеченні не лише в Україні, а й світовій спільноті. Основними напрямками його використання є виробництво круп і високоякісних макаронних виробів, які потребують борошна з рівнем клейковини 25–26%. Збільшення обсягів виробництва високоякісного зерна пшениці твердої ярої забезпечить вітчизняних виробників макаронних виробів і круп необхідною сировиною, що буде дешевше за

імпорту, та сприятиме зменшенню ціни на готову продукцію. Оскільки зерно пшениці твердої вдвічі дорожче за зерно м'яких сортів, це забезпечить прибутковість фермерам в умовах, коли експорт зерна обмежений, а ціни на паливо та добрива постійно зростають. Важливими факторами розвитку цього напрямку в рослинництві є кооперація фермерів з виробниками готової продукції для розбудови необхідної інфраструктури (наприклад, млина) та використання сучасних логістичних центрів (сухих портів). Також вітчизняні крупні виробники макаронних виробів мають експортний ринок готової продукції в іноземних країнах, що дозволяє фермерам реалізовувати вирощене високоякісне зерно пшениці твердої ярої на внутрішньому ринку.

Перспективи подальших досліджень. Визначити врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої за різних систем удобрення в умовах Лісостепу України.

Конфлікт інтересів


Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Saini, P., Kaur, H., Tyagi, V., Saini, P., Ahmed, N., Dhaliwal, H. S., & Sheikh, I. (2022). Nutritional value and end-use quality of durum wheat. *Cereal Research Communications*, 51, 283–294. <https://doi.org/10.1007/s42976-022-00305-x>
2. Hospodarenko, H., Mostoviak, I., Karpenko, V., Liubych, V., & Novikov, V. (2022). Yield and quality of winter durum wheat grain depending on the fertiliser system. *Scientific Horizons*, 25 (3), 16–25. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(3\).2022.16-2](https://doi.org/10.48077/scihor.25(3).2022.16-2)
3. Mefleh, M., Conte, P., Fadda, C., Giunta, F., Piga, A., Hassoun, G., & Motzo, R. (2019). From ancient to old and modern durum wheat varieties: Interaction among cultivar traits, management, and technological quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99, 2059–2067. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9388>
4. Townsend, T. J., Sparkes, D. L., Ramsden, S. J., Glithero, N. J., & Wilson, P. (2018). Wheat straw availability for bioenergy in England. *Energy Policy*, 122, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.053>
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n. d.). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Retrieved from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
6. Semiani, Y., & Bradea, M. (2016). Comparative study of proline accumulation of some varieties of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under water stress conditions. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Agriculture*, 73 (2), 306. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:12331>
7. Попит на насіння ярої пшениці твердих сортів зростає. (2023). *Ahrarii Razym*. Retrieved from: <https://agrarii-razom.com.ua/news-agro/popit-na-nasinnya-yaroi-psheniciv-terdih-sortiv-zrostaie> [in Ukrainian]
8. Rynok makaronnykh vyrobiv v Ukraini u pershi misiatsi povnomasshtabnoho vtorhennia. Retrieved from: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/11/Pasta_Market_review.pdf [in Ukrainian]
9. Zhemela, H. P., Bahan, A. V., Barabolia, O. V., Shakaliy, S. M., & Chaika, T. O. (2020). Ecological baking of wheat bread using hop sourdoughs and spirulina. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 100–106. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.11>
10. Barabolia, O. V. (2009). Vplyv ahroekolohichnykh faktoriv na urozhainist ta yakist zerna pshenytsi tvrdoj yaroi v livoberezhnii lisostepovii zvolozhenii pidzoni. *Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian]

11. Promysloviist Ukrainy. *Derzhavna sluzhba statystyky*. Retrieved from: <https://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian]
12. Rodak, N. (2023). Buly osnovnyymi postachalnikami dlia ATB. A potim rik prostoiu. Yak vidomyi brend makaronnykh vyrobiv vidnovliuvav vyrobnytstvo na Kharkivshchyni. *Latifundist.Com*. Retrieved from: <https://latifundist.com/spetsproekt/1023-buly-osnovnyimi-postachalnikami-dlya-atb-a-potim-rik-prostoyu-yak-vidomij-brend-makaronnih-vyrobiv-vidnovliuvav-vyrobnytstvo-na-harkivshchyni> [in Ukrainian]
13. Zovnishnoekonomichna diialnist. *Derzhavna sluzhba statystyky*. Retrieved from: <https://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
14. Z pochatku viiny rynek makaronnykh vyrobiv prosiv, neveliki kompanii zghortait vyrobnytstvo – pererobnyk. (2023). *Latifundist.Com*. Retrieved from: <https://latifundist.com/novosti/62583-z-pochatku-viiny-rinok-makaronnih-vyrobiv-prosiv-neveliki-kompaniyi-zgortayut-vyrobnytstvo-pererobnik> [in Ukrainian]
15. Sohag, K., Islam, M. M., Tomas Žiković, I., & Mansour, H. (2022). Food inflation and geopolitical risks: analyzing European regions amid the Russia-Ukraine war. *British Food Journal*, 125 (7), 2368–2391. <https://doi.org/10.1108/bfj-09-2022-0793>
16. Barabolia, O. V., & Doronin, S. M. (2023). Stan i problemy vyroshchuvannia zernovykh kultur v Ukraini pid chas viiny. *Prodovolcha bezpeka Ukrainy v umovakh pislivoiennoho vidnovlennia: hlobalni ta natsionalni vymiry: Mizhnarodna nauково-praktychna konferentsiia*. Mykolaiv: MNAU [in Ukrainian]
17. Chaika, T., & Barabolia, O. (2022). Impact of damage of winter grain wheat by the corn bug (*Eurygaster integriceps* Put.) On the crop and grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
18. Normy ta poriadok orhanizatsii kharchuvannia u zakladakh osvity ta dytiachykh zakladakh ozdorovlennia ta vidpochynku : zatv. postanovoiu Kabinetu Ministra Ukrainy vid 21 berez. 2021 r. № 305. *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/305-2021-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]
19. De Vita, P., & Taranto, F. (2019). Durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) breeding to meet the challenge of climate change. *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*, 5, 471–524. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23108-813>
20. Chaika, T., Korotkova, I., Barabolia, O., Shokalo, N., Chetverik, O., Bilenko, O., & Krykunova, V. (2021). Technological peculiarities of growing mustard and two-grained spelt (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl) by organic farming methods. *International Journal of Botany Studies*, 6 (6), 205–210.
21. Morgounov, A., Sonder, K., Abugalieva, A., Bhadauria, V., Cuthbert, R. D., Shamanin, V., Zelenskiy, Y., & DePauw, R. M. (2018). Effect of climate change on spring wheat yields in North America and Eurasia in 1981–2015 and implications for breeding. *PLoS ONE*, 13, e0204932. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204932>
22. Mutrku, O. (2020). Yara pshenytsia – tekhnologichni sorty. *Holovne upravlinnia Derzhprodspozhyvslyzhyby v Khmelnytskii oblasti*. Retrieved from: <https://consumerhm.gov.ua/2182-yara-pshenytsya-tekhnologichni-sorti> [in Ukrainian]
23. Barabolia, O. V., & Latysh, A. A. (2023). Perevahy vyroshchuvannia yaroı tverdoi pshenytsi za zminy klimatu. *Urozhainist ta yakist produktii roslynnytstva za suchasnykh tekhnologii vyroshchuvannia, prysviachena 90-richchiu z dnia narodzhennia profesora H. P. Zhemely: materialy Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava: PDAU [in Ukrainian]
24. Khomenko, S. O., Kochmarskyi, V. S., Fedorenko, I. V., & Fedorenko, M. V. (2020). Breeding value of spring durum wheat accessions for performance traits under environment of Ukrainian Forest-Steppe. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16 (3), 303–309. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.21494>
25. Barabolia, O., & Doronin, S. (2023). Influence of weather conditions and fertilizer systems on the winter wheat yield. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 24–30. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.04>
26. Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Pereplytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Crops' productivity in short-term rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 69–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>
27. Hospodarenko, H. M., & Liubych, V. V. (2021). Influence of long-term fertilization on yield and quality of spring triticale grain. *Research for Rural Development*, 36, 29–35. <https://doi.org/10.22616/rrd.27.2021.004>
28. Klikocka, H., Cybulska, M., Barczak, B., Narolski, B., Szostak, B., Kobiacka, A., Nowak, A., & Wójcik, E. (2016). The effect of sulphur and nitrogen fertilization on grain yield and technological quality of spring wheat. *Plant, Soil and Environment*, 62, 230–236. <https://doi.org/10.17221/18/2016-PSE>
29. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Rozvytok orhanichnogo vyrobnytstva na terytoriiakh spetsialnykh syrovynnykh zon. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi: Materialy Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsiia*. Kyiv: Instytut ahroekolohii i pryrodokorystuvannia NAANU [in Ukrainian]
30. Korotkova, I., Chaika, T., Romashko, T., & Rybalchenko, A. (2022). Photosynthetic pigments content in emmer wheat plants as criteria of productivity in traditional and organic farming technology. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 6 (1), 31–39. <https://doi.org/10.20535/ibb.2022.6.1.255277>
31. Cai, R.-G., Zhang, M., Yin, Y.-P., Wang, P., Zhang, T.-B., Gu, F., Dai, Z.-M., Liang, T.-B., Wu, Y.-H., & Wang, Z.-L. (2008). Photosynthetic characteristics and antioxidative metabolism of flag leaves in responses to nitrogen application during grain filling of field-grown wheat. *Agricultural Sciences in China*, 7 (2), 157–167. [https://doi.org/10.1016/s1671-2927\(08\)60035-8](https://doi.org/10.1016/s1671-2927(08)60035-8)
32. Laurent, E.-A., Ahmed, N., Durieu, C., Grieu, P., & Lamaze, T. (2020). Marine and fungal biostimulants improve grain yield, nitrogen absorption and allocation in durum wheat plants. *The Journal of Agricultural Science*, 158, 279–287. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000660>
33. Khoroshun, V., & Tkachenko, K. (2023). Viktor Zhabchik pro rynek makaroniv pid chas viiny, kooperatyvnyi mlyn ta yak riteil «rozbuvaie» vyrobnykiv. *Latifundist.Com*. Retrieved from: <https://latifundist.com/interview/724-viktor-zhabchik-pro-rinok-makaroniv-pid-chas-viiny-kooperativnij-mlyn-ta-yak-riteil-rozbuvaie-vyrobnykiv> [in Ukrainian]
34. Todurov, O. (2022). Sukhyi port: yak zabezpechyty operatyvnu lohystyku v umovakh viiny. *Mind*. Retrieved from: <https://mind.ua/openmind/20238657-suhij-port-yak-zabezpechiti-operativnu-logistiku-v-umovah-viiny> [in Ukrainian]
35. Aiahat, N. G. (2020). «Dry port»: separate kind of a seaport? *Uzhhorod National University Herald. Series: Law*, 1 (61), 93–96. <https://doi.org/10.32782/2307-3322.61-1.21>
36. Petrenko, O. I., & Pashkovich, A. M. (2021). Features of dry ports functioning in Ukraine. *Collection of Scientific Publications NUS*, 3, 58–64. [https://doi.org/10.15589/znp2021.3\(486\).8](https://doi.org/10.15589/znp2021.3(486).8)

ORCID

- O. Barabolia  <https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>
A. Latysh  <https://orcid.org/0009-0002-5570-1931>



2024 Barabolia O. and Latysh A. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Ways of improving winter wheat seed quality during pre-sowing preparation

V. Polishchuk¹ ✉ | D. Konovalov²

Article info

Correspondence Author

V. Polishchuk

E-mail:

valentin76213@gmail.com

¹Uman National University
of Horticulture,
1 Instytutska Str.,
Uman, 20301, Ukraine

²Institute of plant physiology
and genetics of NAS,
31/17 Vasylykivska Str,
Kyiv, 03022, Ukraine

Citation: Polishchuk, V., & Konovalov, D. (2024). Ways of improving winter wheat seed quality during pre-sowing preparation. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 69–73. doi: 10.31210/spi2024.27.01.12

The article presents the results of research on the peculiarities of improving the quality of seeds during their sorting by specific gravity on a pneumatic table in the process of pre-sowing preparation of winter wheat seeds on a modern technological line. Laboratory, weighing and measuring, mathematical and statistical. Pre-sowing seed preparation was carried out with seeds of five batches of seeds selected by the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences under different modes of pneumatic sorting table operation. Seed sorting was carried out at different angles of inclination of the sieve surface: the longitudinal angle of inclination was 1.0 ° and remained unchanged, and the transverse angle was changed from 2.75 to 4.00 °. In such modes, the seeds stay on the sieve surface of the pneumatic table for the longest time and, accordingly, they are better sorted. It was established that when sorting winter wheat seeds to increase their weight of 1000 seeds and, accordingly, germination, increasing the transverse angle of the sieve surface to 4.0 ° without changing the longitudinal angle provided, with insignificant seed waste (13.7 %), an increase in the weight of 1000 seeds on average by 4.9 g in varieties compared to the control - without sorting. The yield of prepared seeds depended both on the varietal characteristics and on the weight of 1000 seeds. With increasing weight of 1000 seeds, the yield of prepared seeds decreases. The highest yield – 92.4 % was obtained when sorting seeds of Darinka Kyivska variety under the mode of longitudinal angle of inclination of the sieve surface of the pneumatic table 1.0 °, transverse 4.00 °, the lowest – 84.0 %, of Gorodnytsia and Novosmuglianka varieties under the same sorting mode. The varieties reacted differently to the modes of sorting winter wheat seeds. Seed sorting by specific gravity on a pneumatic table during its pre-sowing preparation on the technological line of the Institute with a small waste, which averaged 13.3 % for the varieties, provided seeds with a germination rate of 97–99 %, which was 5–7 % higher than the requirements of the current standard.

Keywords: specific gravity, germination energy, germination, weight of 1000 seeds, sorting.

Способи підвищення якості насіння пшениці озимої за умови передпосівної підготовки

В. В. Поліщук¹ | Д. В. Коновалов²

¹Уманський національний
університет садівництва,
м. Умань, Україна

²Інститут фізіології рослин і
генетики НАН,
м. Київ, Україна

У статті наведено результати досліджень особливостей підвищення якості насіння при його сортуванні за питомою масою на пневмостолі у процесі передпосівної підготовки насіння пшениці озимої на сучасній технологічній лінії. Передпосівну підготовку насіннєвого матеріалу проводили з п'яти партій насіння селекції Інституту фізіології рослин і генетики НАН при різних режимах налаштування роботи пневматичного сортувального стола. Сортування насіння проводили при різних кутах нахилу ситової поверхні: поздовжній кут нахилу був 1,0 ° і залишався без зміни, а поперечні – змінювали від 2,75 до 4,00 °. За таких режимів насіння найдовше перебуває на ситовій поверхні пневмостолу і, відповідно, краще відбувається його сортування. Встановлено, що за умови сортування насіння пшениці озимої з метою підвищення його маси 1000 насінин і, відповідно, схожості, збільшення поперечного кута нахилу ситової поверхні до 4,0 ° без зміни поздовжнього кута забезпечило при незначних відходах насіння (13,7%) підвищення маси 1000 насінин у середньому по сортах на 4,9 г порівняно з контролем – без сортування. Вихід підготовленого насіння залежав як від сортових особливостей, так і від маси 1000 насінин. Зі збільшенням маси 1000 насінин зменшується вихід підготовленого насіння. Найбільший вихід – 92,4 % отримано при сортуванні насіння сорту Даринка Київська за режимом: поздовжній кут нахилу ситової поверхні пневмостолу – 1,0 °, поперечний – 4,00 °; найменший – 84,0 %, сортів Городниця та Новосмуглянка за умови такого ж режиму сортування. Сорти по-різному реагували на режими сортування насіння пшениці озимої. Сортування насіння за питомою масою на пневмостолі у разі передпосівної його підготовки на технологічній лінії інституту при незначному відході, який становив у середньому по сортах 13,3 %, забезпечило отримання насіння зі схожістю 97–99 %, яка була вищою на 5–7 % від вимог чинного стандарту.

Ключові слова: питома маса, енергія проростання, схожість, маса 1000 насінин, сортування.

Бібліографічний опис для цитування: Поліщук В. В., Коновалов Д. В. Способи підвищення якості насіння пшениці озимої за умови передпосівної підготовки. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 69–73.

Вступ

Головними чинниками підвищення урожайності пшениці озимої є впровадження нових сортів, застосування добрив, пестицидів та технологій вирощування [1]. Але генетичні потенційні сучасні сорти неможливо реалізувати без використання для сівби якісного насіння [2]. Якість насіння формується під впливом ґрунтово-кліматичних умов його вирощування, при створенні сортів та за умови післязбиральної і передпосівної обробки [3], що і було завданням наших досліджень.

Передпосівна підготовка насіння є завершальним етапом насінництва, яка забезпечує підвищення якості насіння – енергії проростання, схожості, чистоти, забезпечення захисту проростків від шкідників та хвороб, що сприяє збільшенню польової схожості [4–6]. Довести насіння пшениці озимої до вимог ДСТУ [7] можна лише за умови передпосівної його підготовки на сучасній технологічній лінії, яка включає обов'язкове сортування за питомою масою на пневматичному сортувальному столі, встановлення оптимальних режимів сортування, який забезпечує отримання при незначних відходах насіння з високими посівними якостями. Одним із ефективних способів підвищення якості насіння є сортування його за аеродинамічними властивостями та питомою масою за умови передпосівної підготовки насіння [8–10]. При сортуванні насіння за питомою масою можна видалити біологічно неповноцінне насіння, покращити його посівні якості і виділити насіння з високими врожайними властивостями. Дослідження, проведені Інститутом цукрових буряків, свідчать про пряму залежність між енергією проростання і схожістю насіння та його питомою масою. Чим вища питома маса насіння, тим вищі ці показники [11, 12].

Використання високосхожого насіння забезпечує підвищення польової схожості, повноти насадження культури і, відповідно, – збільшення виробництва зерна пшениці озимої [13, 14].

Раніше проведені дослідження дали змогу з'ясувати, що за умови режиму сортування, коли поздовжній і поперечний кути нахилу ситової поверхні невеликі, насіння довше знаходиться на пневмостолі і якісніше проходить поділ насіння за питомою масою (важке і легке) з мінімальними втратами якісного насіння [15].

Мета дослідження

Мета досліджень – дослідити ефективність сортування насіння пшениці озимої за питомою масою на пневмостолі за умови його передпосівної підготовки.

Матеріали і методи

Лабораторні та польові дослідження проводили в умовах дослідного господарства Інституту фізіології рослин і генетики (ІФРГ) 2022 року. Дослідження проводили з насінням п'яти партій пшениці озимої селекції ІФРГ, яке після первинної очистки мало масу 1000 насінин 35,2–42,2 г. Схема дослідження передбачала сортування насіння під різним кутом нахилу ситової поверхні. Поздовжній кут нахилу був 1,0° і залишався без зміни, а поперечні – змінювали від 2,75 до 4,00°. За таких режимів насіння найдовше перебуває на ситовій поверхні пневмостола і, відповідно, краще відбувається його сортування. Схожість насіння та масу 1000 насінин визначали, використовуючи поздовжню решета згідно з ДСТУ 4138 [16]. Вихід насіння розраховували з урахуванням його маси до та після очищення. Експериментальні дані обробляли за методом дисперсійного аналізу за Фішером [17] та методичними рекомендаціями [18].

Результати та їх обговорення

Одним з критеріїв оцінювання якості сортування насіння за питомою масою є зміна маси 1000 насінин. Саме за цією ознакою налаштовується режим сортування. Найважливішим фактором якості насіння є його маса 1000 насінин, адже добре виповнене насіння має більшу енергію проростання та схожість і вже від початку дає гарний старт рослинам [19]. За даними М. Я Кирпи [20], за умови сівби насінням з масою 1000 зерен 41–45 г польова схожість пшениці підвищувалась на 3–9 %, а урожайність – на 0,32–0,85 т/га (6,5–19,3 %) порівняно з насінням масою 30–40 г.

Встановлено, що за умови сортування насіння пшениці озимої для підвищення його маси 1000 насінин і, відповідно, схожості, збільшення поперечного кута нахилу ситової поверхні до 4,0° без зміни поздовжнього кута забезпечило при незначних відходах насіння (13,7 %) підвищення маси 1000 насінин у середньому по сортах на 4,9 г порівняно з контролем – без сортування (рис. 1).

За умови виходу насіння 93,9 % маса 1000 насінин збільшилася порівняно з контролем лише на 1,8 г.

Вихід підготовленого насіння залежав як від сортових особливостей, так і від маси 1000 насінин. Зі збільшенням маси 1000 насінин зменшується вихід підготовленого насіння. Найбільший вихід – 92,4 % отримано при сортуванні насіння сорту Даринка Київська за режимом поздовжній кут нахилу ситової поверхні пневмостола – 1,0°, поперечний – 4,00°; найменший – 84,0 %, сортів Городниця та Новосмуглянка за умови такого ж режиму сортування (табл. 1). Згідно з таким же режимом сортування маса 1000 насінин всіх сортів значно збільшилася порівняно з контролем – без сортування.

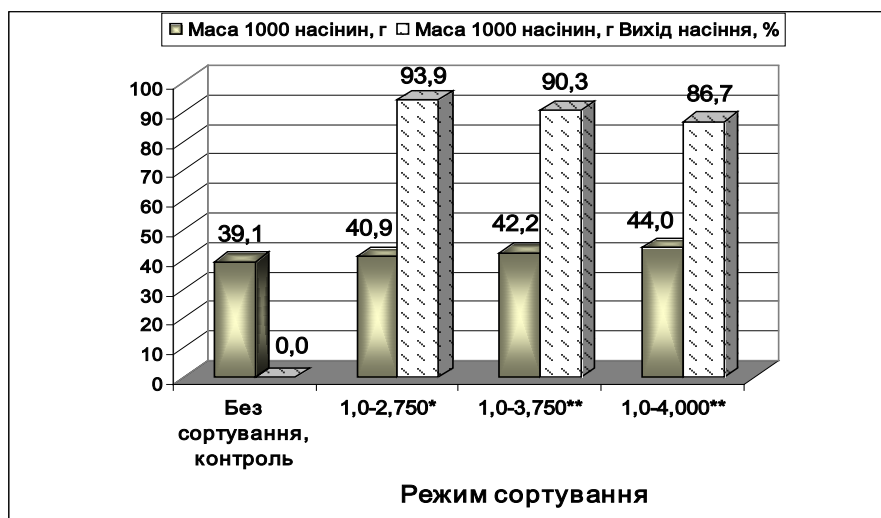


Рис. 1. Ефективність сортування насіння пшениці озимої за питомою масою залежно від режимів (середнє по сортах)

Примітки: * – позовжній кут, ** – поперечний кут нахилу робочої поверхні пневмостолу.

Таблиця 1

Ефективність сортування насіння пшениці озимої за питомою масою на пневмостолі залежно від різних режимів

Режим сортування	Маса 1000 насінин, г	Вихід насіння	
		тонн	відсоток
Богдана			
Без сортування, контроль	42,2	20,41	-
1,0*-2,75 ^{0*}	44,8	18,95	92,8
1,0*-3,75 ^{0**}	46,3	17,89	87,7
1,0*-4,00 ^{0**}	47,6	17,34	85,0
Астарта			
Без сортування, контроль	39,8	16,23	-
1,0*-2,75 ^{0*}	41,5	15,40	94,9
1,0*-3,75 ^{0**}	42,8	14,93	92,0
1,0*-4,00 ^{0**}	44,9	14,29	88,0
Городниця			
Без сортування, контроль	40,3	13,22	-
1,0*-2,75 ^{0*}	42,2	12,36	93,5
1,0*-3,75 ^{0**}	44,5	11,77	89,0
1,0*-4,00 ^{0**}	46,7	11,11	84,0
Даринка Київська			
Без сортування, контроль	37,8	11,60	-
1,0*-2,75 ^{0*}	38,5	11,11	95,8
1,0*-3,75 ^{0**}	39,3	10,87	93,7
1,0*-4,00 ^{0**}	40,8	10,72	92,4
Новосмуглянка			
Без сортування, контроль	35,2	13,95	-
1,0*-2,75 ^{0*}	37,3	12,93	92,7
1,0*-3,75 ^{0**}	38,1	12,42	89,0
1,0*-4,00 ^{0**}	39,8	11,72	84,0

Примітки: * – позовжній кут, ** – поперечний кут нахилу робочої поверхні пневмостолу.

За умови меншого поперечного кута нахилу ситової поверхні – 2,75° та позовжнього кута 1,0° маса 1000 насінин також значно підвищувалася у всіх сортів, а вихід підготовленого насіння становив по сортах від 92,7 % (Новосмуглянка) до 95,8 % (Даринка Київська).

Сорти по-різному реагували на режими сортування насіння пшениці озимої. При меншому поперечному куті нахилу ситової поверхні до 2,75° маса 1000 насінин підвищувалася у середньому по сортах на 1,6 г з мінливістю цього показника від 0,7 г – Даринка Київська до 2,6 г – Богдана (рис. 2).

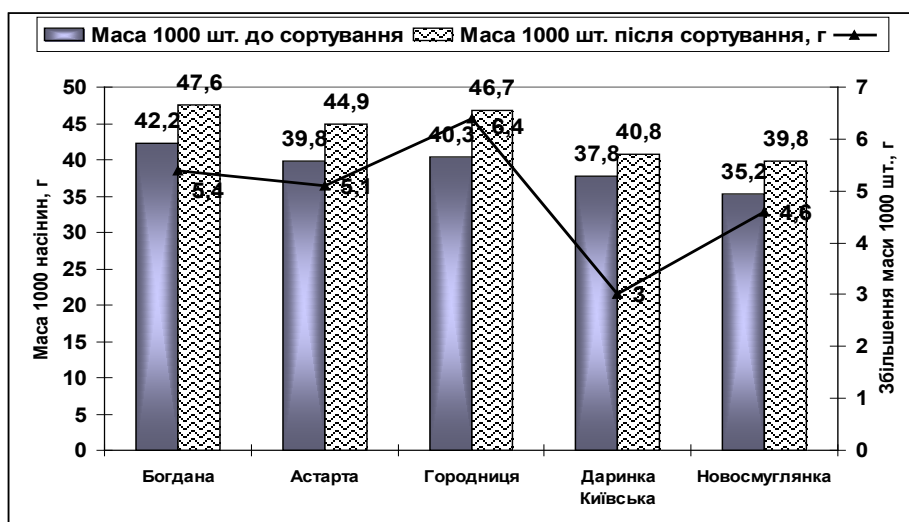


Рис. 2. Збільшення маси 1000 насінин залежно від режимів його сортування за питомою масою (поздовжній кут нахилу ситової поверхні - 1,0°, поперечний – 4,0°)

За умови такого кута нахилу вихід підготовленого насіння по сортах був у межах від 92,7 % (Новосмуглянка) до 95,8 % (Даринка Київська). Подальше збільшення кута нахилу ситової поверхні пневмостола забезпечувало підвищення маси 1000 насінин, але вихід підготовленого насіння зменшувався. Найбільшу масу 1000 насінин забезпечило сортування насіння при поперечному куті нахилу 4,00°.

Передпосівна підготовка насіння за питомою масою на технологічній лінії інституту у разі відносно незначного відходу, який становив у середньому по сортах 13,3 %, забезпечила отримання з п'яти партій насіння, схожість від 97 % (сорт Даринка Київська) до 99 % (сорт Новосмуглянка), а також збільшення маси 1000 насінин до 44,0 г.

Висновки

Визначено, що за умови сортування насіння пшениці озимої зі збільшенням поперечного кута нахилу ситової поверхні до 4,0° без зміни поздовжнього кута, забезпечило підвищення маси 1000 насінин у середньому по сортах на 4,9 г порівняно з контролем – без сортування.

З'ясовано, що зі збільшенням маси 1000 насінин зменшується вихід підготовленого насіння. Найбільший вихід – 92,4 %, отримано при сортуванні насіння сорту Даринка Київська, найменший – 84,0 %, при сортуванні насіння сортів Городниця та Новосмуглянка.

Сортування насіння за питомою масою на пневмостолі за умови передпосівної його підготовки на технологічній лінії інституту при незначному відході, який становив у середньому по сортах 13,3 %, забезпечило отримання насіння зі схожістю 97–99 %, що на 5–7 % вище за вимоги чинного стандарту.

Перспективи подальших досліджень передбачають дослідження способів підвищення урожайності та якості насіння пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння та технології його вирощування.

Конфлікт інтересів



Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Morhun, V. V., Shvartau, V. V., Konovalov, D. V., Mykhalska, L. M., & Skryplov, V. O. (2022). *Suchasni Sorty ta Systemy Zhyvlennia i Zakhystu Ozymoї Pshenytsi*. Kyiv: Vistka [in Ukrainian]
- Havryliuk, M. M. (2009). Suchasni zavdannia ahrarnoi nauky v rozvytku henetyky, seleksii ta nasinnystva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 1, 5–10. [in Ukrainian]
- Doronin, V. A. (2009). *Biologichni osoblyvosti formuvannia hibrydnogo nasinnia tsukrovykh buriakiv ta sposoby pidvyshchennia yoho vrozhaїnosti i yakosti: monohrafiia*. Kyiv: Poliprom [in Ukrainian]
- Herman, M. M. (2011). Polipshennia posivnykh yakosteї nasinnia pshenytsi miakoi ozymoї zalezno vid передпосівної обробки nasinnia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Akademii*, 4, 54–57. [in Ukrainian]
- Korkhova, M., Smimova, I., Panfilova, A., & Bilichenko, O. (2023). Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and pre-sowing treatment of seeds with biological products. *Scientific Horizons*, 26(5), 65–75. <https://doi.org/10.48077/sci-hor.5.2023.65>
- Belyaev, A. I., Petrov, N. Yu., Aksenov, M. P., Zvereva, G. N., & Petrov, Yu. N. (2023). Yield of winter and spring wheat depending on pre-sowing treatment and mineral nutrition. *E3S Web of Conferences*, 463, 01031. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346301031>
- DSTU 2240-93 *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 1994-07-01*. (1993). Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian]
- Palpmarchuk, V. D., Doronin, V. A., Kolisnyk, O. M., & Alekseev, O. O. (2021). *Osnovy nasinnieznavstva (teoriia, metodolohiia, praktyka): monohrafiia*. Vinnytsia: Drukarnia TOV «Druk» [in Ukrainian]
- Twizerimana, A., Niyigaba, E., Mugenzi, I., Ngnadong, W. A., Li, C., Hao, T. Q., Shio, B. J., & Hai, J. B. (2020). The Combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*, 10 (5), 153. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153>
- Slobodianiuk, H., Zhilyak, I., Mostoviak, I., Shchetyna, S., & Zabolotnyi, O. (2022). Effectiveness of different groups of preparations for pre-sowing treatment of winter wheat seeds. *Scientific Horizons*, 25 (9), 53–63. [https://doi.org/10.48077/sci-hor.25\(9\).2022.53-63](https://doi.org/10.48077/sci-hor.25(9).2022.53-63)

11. Orobinsky, V. I., Tarasenko, A. P., Gievsky, A. M., Chernyshov, A. V., & Baskhakov, I. V. (2018). Improving the Mechanization of High-Quality Seed Production. *International Scientific and Practical Conference "AgroSMART - Smart Solutions for Agriculture" (AgroSMART 2018)*. (pp. 849–852) <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.159>
12. Doronin, V. A., Karpuk, L. M., & Kravchenko, Yu. M. (2007). Peredposivna pidhotovka nasinnia, yak sposib pokrashchennia yoho yakosti ta produktyvnykh vlastyvostei tsukrovnykh buriakiv. *Khelatni mikrodobryva – 2007: materialy I Vseukrainskoi spetsializovanoi konferentsii*. (p. 24). Kyiv: NVTs «Reakom» [in Ukrainian]
13. Kindruk, M. O., Sokolov, V. M., & Vyshnivskiy, V. V. (2012). *Nasinnystvo z osnovamy nasinnieznavstva*. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
14. Bezpalko, V. V., Stankevych, S. V., Zhukova, L. V., Zabrodina, I. V., Turenko, V. P., Horyainova, V. V., Poedinceva, A. A., Batova, O. M., Zayarna, O. Yu., Bondarenko, S. V., Dolya, M. M., Mamchur, R. M., Drozd, P. Yu., Sakhnenko, V. V., & Matsyura, A. V. (2020). Pre-sowing seed treatment in winter wheat and spring barley cultivation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (6), 255–268. https://doi.org/10.15421/2020_291
15. Doronin, V. A. (2001). Efektyvnist sortuvannia nasinnia za pytomoiu vahoju. *Tsukrovi Buriaky*, 2, 17–18. [in Ukrainian]
16. DSTU 4138-2002. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2002-01-28*. (2010)Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian]
17. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications.
18. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6. Metodychni vkazivky*. Kyiv [in Ukrainian]
19. Voloshchuk, O., Voloshchuk, I., & Hlyva, V. (2014). Nasinnieva produktyvnist y posivna yakist nasinnia sortiv pshenytsi ozymoi zalezho vid strokiv sivby v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. *Kormy i Kormovyrobnystvo*, 79, 82–88. [in Ukrainian]
20. Kyrpa, M. Ya. (2013). Krupnist ta posivni yakosti nasinnia pshenytsi ozymoi. *Selektsiia i Nasinnystvo*, 103, 179–187. [in Ukrainian]

ORCID

V. Polishchuk  <https://orcid.org/0000-0001-8157-7028>
D. Konovalov  <https://orcid.org/0000-0003-1254-2926>



2024 Polishchuk V. and Konovalov D. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Study of the physicochemical and agrochemical properties of the soil of reclaimed areas disturbed by ilmenite mining

O. Shomko ✉

Article info

Correspondence Author

O. Shomko

E-mail:

div@ztu.edu.ua

Zhytomyr Polytechnic
State University,
103 Chudnivska Str.,
Zhytomyr, 10005,
Ukraine

Citation: Shomko, O. (2024). Study of the physicochemical and agrochemical properties of the soil of reclaimed areas disturbed by ilmenite mining. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 74–81. doi: 10.31210/spi2024.27.01.13

The article presents the results of research on the physicochemical and agrochemical properties of soil in the reclaimed areas after ilmenite mining. This study investigated the impact of reclamation on the forest vegetation potential of the disturbed soils at different stages, including the 1st year after the start of technical reclamation, 10 th, 20th and 30th years after the start of biological reclamation. Restoration of the ecosystem and forest vegetation potential of the soil using forest reclamation is carried out using a variety of methods, including planting trees, restoring soil composition and stimulating the natural recovery process. The application of these measures can contribute not only to the restoration of vegetation, but also to the preservation of biodiversity and improvement of soil quality in the mining areas. For this reason, the research is aimed at studying the effectiveness of reclamation measures and restoring the forest vegetation potential of the soil. The study location was the operation area affected by the mining activities of the United Mining and Chemical Company (a branch of the Irshansk Mining and Processing Plant) in Zhytomyr region. The following were studied: exchangeable acidity (pH_{kcl}), mobile phosphorus (P_2O_5), mobile potassium (K_2O), easily hydrolyzable nitrogen (N_k), exchangeable calcium (Ca) and magnesium (Mg) cations, humus content and the amount of absorbed bases. We analyzed the results and evaluated the changes in those parameters over time and their interaction using statistical analysis. In general, the soil of the research areas has high acidity, low content of humus and low amount of absorbed bases. The content of micro- and macroelements such as phosphorus, potassium, nitrogen, calcium, and magnesium varies from area to area. The conducted research is aimed at studying the effectiveness of reclamation measures to restore the forest vegetation potential of the soil and indicates the need for such research in this sphere. The results obtained can be used to optimize reclamation measures and preserve the stability of soil cover in areas disturbed by mining activities (specifically ilmenite mining) in the future.

Keywords: forest vegetation potential, agrochemical properties of the soil, reclamation.

Дослідження фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту рекультивованих територій порушених видобутком ільменіту

О. М. Шомко

Державний університет
«Житомирська
політехніка»,
м. Житомир,
Україна

У статті представлені результати досліджень фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту на рекультивованих територіях після видобутку ільменіту. Досліджено вплив рекультивації на лісорослинний потенціал ґрунтів порушених територій на різних етапах, включаючи 1-й рік від початку технічної рекультивації, 10-й, 20-й та 30-й роки від початку біологічної рекультивації. Відновлення екосистеми та лісорослинного потенціалу ґрунту застосовуючи лісову рекультивацію здійснюється за допомогою різноманітних методів, включаючи посадку дерев, відновлення ґрунтового складу та стимулювання природного процесу відновлення. Застосування цих заходів може сприяти не лише відновленню рослинності, але й збереженню біорізноманіття та покращенню якості ґрунту на видобувних територіях. У зв'язку з цим, проведені дослідження спрямовані на вивчення ефективності рекультиваційних заходів та відновлення лісорослинного потенціалу ґрунту. Місцем дослідження було обрано територію порушену видобувною діяльністю акціонерного товариства «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» (філія «Іршанського гірничо-збагачувального комбінату») Житомирської області. Досліджено: обмінну кислотність (pH_{kcl}), рухомий фосфор (P_2O_5), рухомий калій (K_2O), нітроген легкогідролізний (N_k), обмінні катіони кальцію (Ca) та магнію (Mg), вміст гумусу та суму увібраних основ. Проаналізовано результати та проведено оцінку зміни даних параметрів з часом після проведення рекультивації та їх взаємодію між собою за допомогою статистичного аналізу. Загалом ґрунти дослідних територій мають підвищену кислотність, низький вміст гумусу та суми увібраних основ. Вміст мікро- та макроелементів, таких як фосфор, калій, нітроген, кальцій та магній, змінюється в залежності від конкретної території. Проведені дослідження мають на меті вивчення ефективності рекультиваційних заходів на відновлення лісорослинного потенціалу ґрунту та вказують на необхідність досліджень у цьому напрямку. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації рекультиваційних заходів та збереження стійкості ґрунтового покриву на територіях порушених видобувною діяльністю (а саме видобутком ільменіту) в майбутньому.

Ключові слова: лісорослинний потенціал, агрохімічні властивості ґрунту, рекультивація.

Бібліографічний опис для цитування: Шомко О. М. Дослідження фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту рекультивованих територій порушених видобутком ільменіту. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 74–81.

Вступ

Проблеми рекультиватії порушених територій внаслідок антропогенної діяльності, що не відповідають нормам екологічної безпеки, є актуальними для України, яка має на меті вступ до Європейського союзу. У зв'язку із задекларованим політичним курсом одним із завдань є гармонізація державного природоохоронного законодавства із законодавством Європейського Союзу та налаштування якісного взаємозв'язку технологій, практик, механізмів і стратегій у сфері безпечної антропогенної діяльності [1]. Видобування корисних копалин, таких як ільменіт, може спричинити серйозні порушення ґрунтового покриву, що є перешкодою для досягнень цілей сталого розвитку [2]. Дослідження лісорослинного потенціалу ґрунтів проводились на території видобутку ільменіту в Житомирській області, а саме в Коростенському районі, який розташований у Центральному Поліссі. На території Житомирського Полісся діє Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат, що здійснює свою діяльність на площі поширення розсипів ільменіту. Район відрізняється значною строкатістю ґрунтового покриву через різноманітні процеси ґрунтоутворення (такі як підзолисті, дернові та болотні). Дерново-підзолисті, дерново-підзолисті глеєві, і дернові ґрунти, які займають домінуюче положення, характеризуються низькою родючістю, вмістом гумусу (1,31 %), підвищеною кислотністю, високою водопроникністю, або, навпаки, постійною перезволоженістю, недостатньою забезпеченістю елементами живлення, легким гранулометричним складом. Більшість цих ґрунтів потребує вапнування, перезволожені ділянки – осушення [3].

На території Житомирського Полісся виокремлюються щільні силікатні породи, такі як граніти, гнейси та габро, які складають верхній шар ґрунту. Елювіальні відклади цих порід виступають у ролі ґрунтоутворних порід для ранкерів, зокрема дерново-літогенних ґрунтів. В окремих випадках, дерново-підзолисті ґрунти в зоні Мішаних лісів формуються на двочленних породах, коли зональні водно-льодовикові відклади до глибини 2 м підстилаються іншими породами. Найчастіше водно-льодовикові відклади підстелені щільними карбонатними породами (2,8 % від площі ґрунтів у Волинському і Чернігівському Поліссі), а також масивно-кристалічними породами (0,3 % у Житомирському Поліссі). Це призводить до значної неоднорідності хімічного і гранулометричного складу ґрунтоутворних порід. Мезо- і мікрорельєф території виявляються добре вираженими, незважаючи на загальну рівнинність. Високий рівень залягання ґрунтових вод і пульсаційний водний режим, різноманіття рослинних формацій і великий вплив господарської діяльності призводять до формування неоднорідного і строкатого ґрунтового покриву в зоні Мішаних лісів. Лісові острови на Лівобережжі та Словечансько-Овруцькому кряжі (Житомирське Полісся) характеризуються сірими лісовими та опідзоленими ґрунтами, сформованими на лесовидних суглинках [4].

Лісові ґрунти забезпечують переважно диференційовану ґрунтову структуру, що є основою їх високої екологічної функціональності [5]. Лісова

рослинність, насамперед хвойна, сприяє розвитку підзолистого процесу ґрунтоутворення у вологих кліматичних умовах, особливо інтенсивний розвиток відбувається на безкарбонатних материнських породах. Даний процес проходить при активному руйнуванні (гідролізі) мінеральної частини ґрунту переважно під впливом органічних кислот (фульвокислот) та у результаті виносу продуктів руйнування з верхніх у нижні горизонти або за межі профілю ґрунту в умовах промивного водного режиму. Це призводить до утворення ґрунтів з різним ступенем опідзолення, де елювіальні горизонти бідні на вміст колоїдів, обмінних основ, зокрема Ca^{2+} , в деякій мірі збагачені кремнеземом. Ці ґрунти характеризуються підвищеною кислотністю та несприятливими фізико-механічними властивостями [6, 7].

Ріст і розвиток соснових лісових культур пов'язані з особливостями ґрунту, а саме з його лісорослинним потенціалом. рН ґрунту має величезний вплив на біогеохімічні процеси ґрунту. Таким чином, рН ґрунту описується як «основна змінна ґрунту», яка впливає на безліч біологічних, хімічних і фізичних властивостей ґрунту та процесів, які впливають на ріст та розвиток лісорослинного шару [9]. Зміна рН на кислу чи лужну реакцію супроводжується пригніченням росту та розвитку (у більш лужному середовищі процес пригнічення сильніше виражений). Також рН в ґрунті може як запобігати так і прискорювати поширення забруднюючих речовин [10].

Одним з головних показників ґрунтової родючості є сума ввібраних основ, оскільки вона відображає кількість ґрунтових колоїдів – найважливіших носіїв ґрунтової родючості, а допоміжними – ємність поглинання та кількість рухливих форм фосфору та калію [11]. Для нормального розвитку деревостанів необхідний нітроген. Фосфор сприяє розподілу енергії, особливо під час формування та розвитку кореневої системи [12]. Калій необхідний для процесу розподілу води та ферментативних процесів. Для формування клітинних стінок потрібен кальцій, магній, який у свою чергу, бере участь у фотосинтезі та також у процесі росту рослин [13].

Мета дослідження

Основною метою цього дослідження було оцінити лісорослинний потенціал ґрунту на територіях порушених видобутком ільменіту після рекультиватії. Використовуючи багатомірні методи дослідження (аналіз основних показників та статистичний аналіз), ми змогли показати залежність впливу багаторічної рекультиватії на фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів.

Матеріали і методи

Вимірювання фізико-хімічних і агрохімічних показників ґрунтових зразків проводилися за наступними методами в лабораторних умовах:

1. Обмінна кислотність відповідно до ДСТУ ISO 10390:2022. Іони гідрогену та алюмінію можуть витіснятися розчинними солями з ґрунту та перетворюватись на розчин, що змінює обмінну кислотність, яка забезпечує рН розчину. Цей метод базується на обробці зразка ґрунту розчином KCl , для визначення обмінної кислотності, використовуючи

комбінований електрод (або два електроди скляний і хлорсрібний) для визначення рН витяжки [14].

2. Рухомий фосфор (P_2O_5) та рухомий калій (K_2O) відповідно до ДСТУ 4405:2005 (метод Кірсанова). Основою є отримання рухомих сполук фосфору і калію з ґрунту за допомогою розчину соляної кислоти молярної концентрації (HCl) = 0,2 моль/дм³ (для мінеральних горизонтів співвідношення ґрунту до розчину складає 1 : 5, а для органічних горизонтів – 1 : 50). Фосфор визначається за допомогою фотоелектроколориметра або спектрофотометра у вигляді синього фосфорномолібденового комплексу, а калій – за допомогою полуменевого фотометра [15].

3. Нітроген легкогідролізний (N_K) відповідно до ДСТУ 7863:2015. Метод оснований на гідролізі органічних сполук ґрунту за допомогою розчину луґу молярної концентрації $c(NaON) = 1$ моль/дм³. Процес відбувається в термостаті за температури 28 °С (± 5 °С) у чашці Конвея з пришліфованою кришкою. У процесі гідролізу нітроген вивільняється з ґрунту у вигляді NH_3 , який потрапляє у внутрішнє відділення чашки (процес дифузії) і поглинається розчином борної кислоти. Потім розчин сірчаної кислоти (молярна концентрація $c(1/2 H_2SO_4) = 0,02$ моль/дм³) титрують та визначають кількість аміаку [16].

4. Обмінні катіони кальцію (Ca) та магнію (Mg) відповідно до ДСТУ 7604:2014. Метод базується на комплексометричному титруванні іонів кальцію за рН від 12,5 до 13,0, а також сумі іонів Ca та Mg (за рН 10,0). При цьому мурексид і хромоген чорний використовують як індикатори [17].

5. Вміст гумусу відповідно до ДСТУ 4289:2004 [18]. Оксидиметричний метод ґрунтується на окисненні органічних речовин ґрунту розчином двохромово-кислого калію в сірчаній кислоті. Після окиснення вміст органічного вуглецю визначають через ідентифікацію двохромовокислого калію за

допомогою методів титриметрії або спектрофотометрії. Термічний метод – це сухе спалювання органічної речовини у потоці кисневмісного газу, який очищений від діоксиду вуглецю за високих температур (900 °С). Виділений при спаленні, діоксид вуглецю можна визначити титруванням, гравіметрично, кондуктометрично та хроматографічно з використанням інфрачервоної спектрофотометрії. Для визначення вуглецю органічних сполук спочатку обробляють соляну кислоту, щоб видалити карбонати. Коли відома кількість карбонатів у ґрунті, вміст органічного вуглецю можна розрахувати за допомогою різниці між загальним вмістом органічного вуглецю та вмістом карбонатів.

6. Сума ввібраних основ за ДСТУ 4362:2004 (метод Каппена). Метод заснований на реакції поглинених основ ґрунту із соляною кислотою, надалі, залишок кислоти, який не вступив у реакцію, проходить процес титрування гідроксидом натрію. Сума ввібраних основних є числом показників родючості ґрунту, оскільки вона показує кількість ґрунтових колоїдів, які є основними носіями родючості, а також додаткові показники, такі як ємність поглинання та кількість рухливих форм P_2O_5 та K_2O [19].

Для візуалізації місць відбору проб, було використано програмне забезпечення QGIS 3.28.14 для геоінформаційних систем, де зібрано безліч інструментів для створення, редагування, перегляду, аналізу та візуалізації географічної інформації, а також Excel для статистичного аналізу даних.

Результати та їх обговорення

Досліджено територію і зони мішаних лісів, що мають відношення до Іршанських родовищ ільменіту – найбільшого джерела титанових руд у Європі (рис. 1).

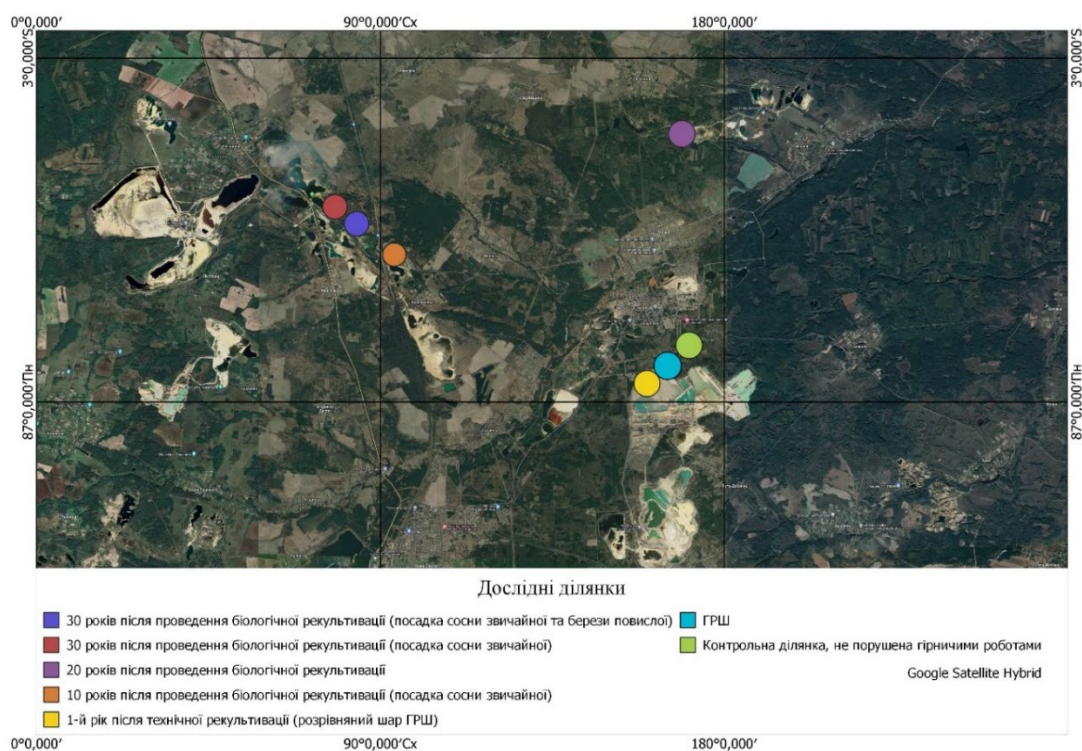


Рис. 1. Мапа розташування ділянок відбору проб ґрунту (територія діяльності філії «Іршанського гірничо-збагачувального комбінату» ПАТ «ОГХК»)

Видобуток ільменітового концентрату розпочато в 1956 році, а рекультивація земель – з 1971 року та триває до сьогодні. Досліджено ефективність лісової рекультивації як природоохоронного заходу у контексті сприяння поверненню земель, порушених видобутком ільменіту, у продуктивний кругообіг. Зважаючи на те, що Іршанське родовище ільменіту є одним із найбільших в Україні та займає значну територію Житомирського Полісся, було обрано саме цю територію для дослідження.

У процесі дослідження використовувались стандартні методи визначення фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту таких як: обмінна кислотність (pH_{kcl}), рухомий фосфор (P_2O_5), рухомий калій (K_2O), нітроген легкогідролізний (N_K), обмінні катіони кальцію (Ca) та магнію (Mg), вміст гумусу та сума ввібраних основ. Таблиця 1 містить результати вимірювань проб ґрунтів контрольної проби та проб на різних етапах рекультивації.

Таблиця 1

Дослідження фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунтів дослідних ділянок

№ з/п	№ проб	pH_{kcl} , од. pH	P_2O_5	K_2O	N_K	Ca	Mg	Сума увіб. основ	Гумус, %
			мг/кг			ммоль/100 г		мг-екв/100	
Контрольна проба									
1	1	3,23	11	9	36,4	0,44	0,20	0,8	1,02
	2	3,46	46	14	40,6	0,50	0,25	0,4	1,93
	3	3,26	57	12	42,0	0,38	0,25	0,6	1,37
ґрунти на відвалі ГРШ									
2	1	3,74	40	39	75,6	0,56	0,63	0,7	1,80
	2	3,71	35	33	75,6	0,75	0,50	0,7	1,30
	3	3,62	39	37	56,0	0,78	0,66	0,8	1,53
ґрунти 1-го року технічної рекультивації									
3	1	3,29	39	37	103,6	1,00	0,88	1,0	0,47
	2	3,55	42	24	58,8	0,75	0,50	0,7	0,12
	3	3,64	50	35	74,2	0,63	0,63	0,7	0,17
ґрунти на територіях, що були рекультивовані 10 років тому (зростання сосни звичайної)									
4	1	4,56	16	12	22,4	0,63	0,13	0,8	0,09
	2	4,55	14	10	21,0	0,50	0,16	0,6	0,06
	3	4,85	15	10	22,0	0,50	0,13	0,7	0,11
ґрунти на територіях, що були рекультивовані 20 років тому (зростання сосни звичайної)									
5	1	4,45	38	46	28,0	4,10	0,85	5,2	0,36
	2	4,17	63	45	32,2	3,13	0,72	4,6	0,78
	3	4,56	70	36	30,2	4,13	1,06	5,5	0,62
ґрунти на територіях, що були рекультивовані 30 років тому (зростання сосни звичайної)									
6	1	4,50	23	9	19,6	0,38	0,13	0,4	0,25
	2	4,46	20	8	16,8	0,38	0,25	0,6	0,08
	3	4,37	17	8	18,2	0,38	0,25	0,4	0,15
ґрунти на територіях, що були рекультивовані 30 років тому (сосна звичайна та береза повисла)									
7	1	4,33	12	7	21,0	0,32	0,25	0,6	0,20
	2	4,33	21	9	22,4	0,25	0,20	0,6	0,21
	3	4,40	19	10	15,6	0,50	0,06	0,6	0,09

Джерело: [20].

Ґрутуючись на результатах, можна зробити певні висновки: найнижчі значення pH спостерігаються у контрольній пробі, найвище – на ділянках, що були рекультивовані 10 років тому. Це вказує на те, що кислотність ґрунту зменшується з часом після рекультивації. Коли кислотність ґрунту висока, його капілярність, проникність і фільтраційна здатність погіршуються. Коли ґрунт дуже лужний, коренева

система засвоює молібден, фосфор, калій, сірку, кальцій, магній та більшість мікроелементів у недостатній кількості [21, 9]. Під час видобутку ільменіту або збагачення, може відбуватися кілька взаємодій, що впливають на кислотність ґрунту. Сам по собі ільменіт не є кислотним, але в процесі видобутку можуть утворюватися сульфідні мінерали, які можуть окислюватися і створювати кислі умови.

Це явище відоме як кислотний шахтний дренаж, і воно може призвести до потрапляння сірчаної кислоти в ґрунт. Так же взаємодія ільменіту з вологою та іншими компонентами ґрунту впливає на рівень рН [22].

Найнижче значення нітрогену спостерігається на 2-х ділянках, що були рекультивовані 30 років тому. Найвище значення нітрогену спостерігається у ґрунтах 1-го року технічної рекультивації. K_2O у досліджених зразках становив від 7 до 39 мг/кг ґрунту, тобто вміст обмінного калію у верхньому шарі ґрунту був дуже низьким на ділянках контрольної проби, ґрунтах на рекультивованих територіях 10 та 30 років тому (зростання сосни звичайної, сосна звичайна та береза повисла). Водночас, щодо вмісту P_2O_5 у верхньому шарі ґрунту на окремих ділянках спостерігали значну відмінність. На територіях, які були рекультивовані 20 років тому, його вміст становив від 38 до 70 мг/кг ґрунту, тоді як на територіях, які були рекультивовані 10 років тому, вміст P_2O_5 становив від 14 до 16 мг/кг ґрунту. Це може вказувати на те, що вміст нітрогену, фосфору та калію на цих ділянках зменшилась з часом після рекультивації. Дана тенденція може пояснюватись кращою вбирною здатністю кореневої системи на даній території.

Найнижче значення кальцію спостерігається у контрольній пробі та на ділянці 30-ти років рекультивації (сосна звичайна). Найвище значення кальцію спостерігається після 20 років рекультивації. Низький вміст магнію спостерігається у контрольній пробі та ділянках, що були рекультивовані 10 років тому. Найвище значення цього елемента на ділянках, що були рекультивовані 20 років тому.

Вбирна здатність ґрунту характеризує його властивість впливати на родючість і характер процесів ґрунтоутворення. Вона забезпечує і контролює поживний режим ґрунту, сприяє накопиченню більшості мінеральних речовин

у рослинах, контролює реакцію ґрунтового середовища та водно-фізичні властивості ґрунту. Найнижче значення спостерігається у ґрунтах, рекультивованих 30 років тому (сосна звичайна). Найвище – на ділянках, що були рекультивовані 20 років тому.

Ступінь забезпечення ґрунту гумусом дуже низький на рекультивованих ділянках 10, 20 та 30 річного періоду, порівнюючи з контрольною ділянкою та відвалом ГРШ. Це можна пояснити здатністю кореневої системи соснового лісу скріплювати ґрунти, збільшуючи щільність. Також з ростом дерев зменшується освітленість території, що перешкоджає прогріванню ґрунтів, що разом з специфічною підстилкою даних лісів (вміст фітонцидів) сповільнює процес гумус утворення.

Як відомо, катіонообмінна ємність є мірою того, як катіони можуть утримуватися на поверхні ґрунтових поверхні частинок ґрунту. Катіонообмінна ємність визначається як кількість позитивного заряду, який може бути обміняний на масу ґрунту, зазвичай вимірюється в мМоль /100 г ґрунту. 30–35 мМоль /100 г у чорноземах звичайних. 35 мМоль /100 г у чорноземах південних. Але у ґрунтах із дослідних рекультивованих територій ця характеристика набагато менша, катіонообмінна ємність варіювалась по Ca від 0,25 мМоль /100 г до 4,13 мМоль /100 г, по Mg від 0,06 мМоль /100 г до 1,06 мМоль /100 г. Важливо зазначити, що в природних ґрунтах 75–80 % катіонообмінна ємність припадає на кальцій, а 15–25 % на магній. Як показують результати наших досліджень, що найбільший вміст кальцію та магнію в ґрунтах території рекультивованої 20 років назад (сосна звичайна). У деяких ґрунтах кількість кальцію була більшою порівняно з магнієм [4].

Для більш повного розуміння результатів дослідження фізико-хімічних та агрохімічних властивостей даних ґрунтів проведений статистичний аналіз, а саме двофакторний дисперсійний аналіз (табл. 2).

Таблиця 2

Фізико-хімічні та агрохімічні властивості досліджуваних ґрунтів

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	5628,322	6	938,0537	30,78497	1,32E-21	2,180564
Columns	38664,08	7	5523,44	181,2678	5,01E-58	2,092381
Interaction	13862,06	42	330,049	10,83152	5,29E-24	1,493427
Within	3412,769	112	30,47116			
Total	61567,23	167				

ANOVA, двофакторний дисперсійний аналіз.

На **рисунок 2** подані діаграми середніх значень за дослідними показниками.

Контрольна ділянка (1) має показники, які загалом знаходяться у межах норми. На рекультивованих ділянках після 20 років (5) відзначається збільшенням вмістом фосфору, калію, катіонів кальцію, а також суми увібраних основ порівняно зі всіма показниками та вищим вмістом гумусу порівняно з ґрунтами на

всіх рекультивованих територіях. Високий вміст катіонів магнію спостерігається лише на рекультивованій ділянці після 30 років (сосна звичайна) (6). Різноманітність показників вказує на різницю у стані ґрунтів на різних ділянках, що впливає на їх лісорослинний потенціал. Оскільки хвойні ліси насичені органічними кислотами, опади не призводять до накопичення гумусу.

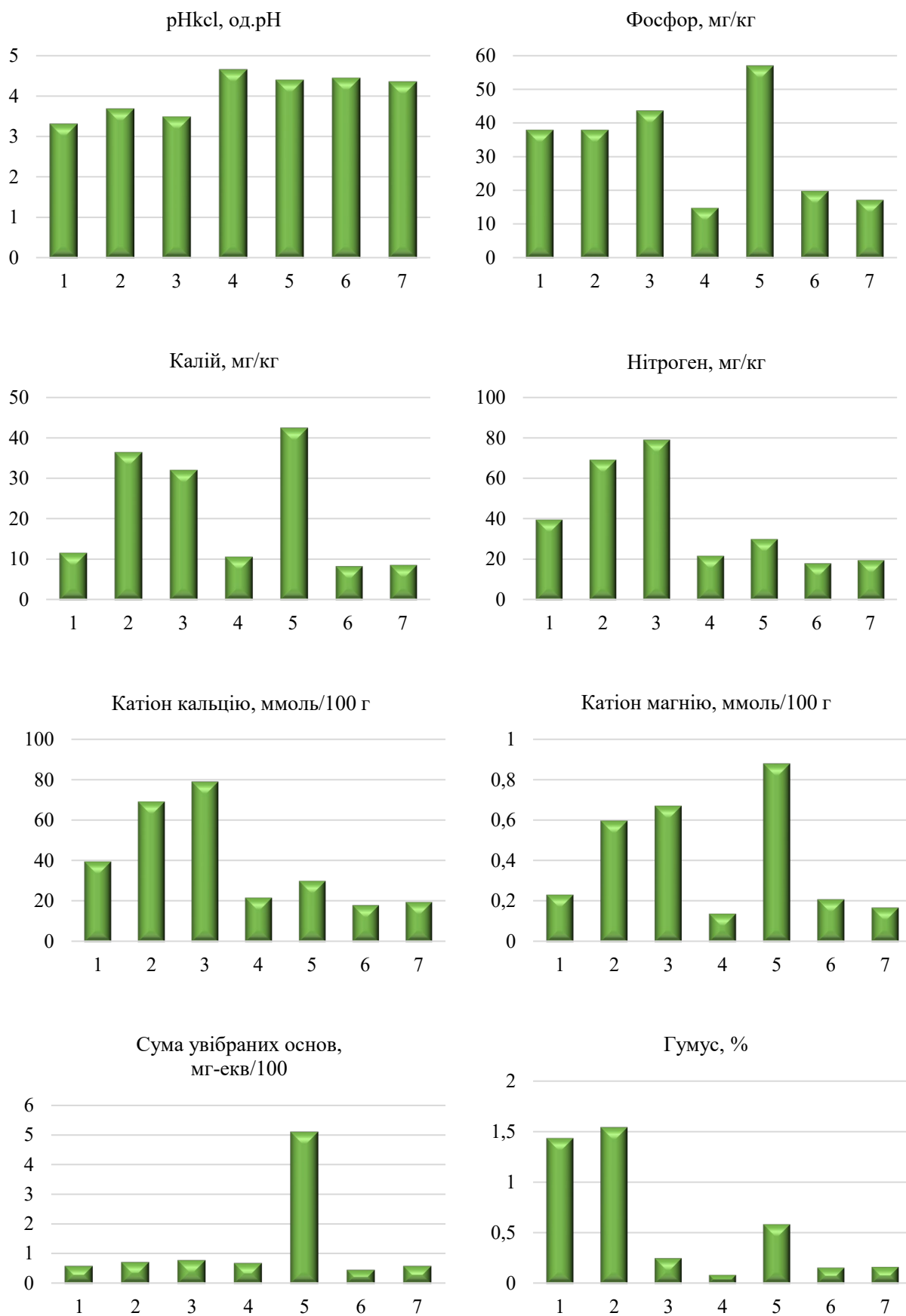


Рис. 2. Результати середніх значень обмінної кислотності (pH_{kcl}), рухомого фосфору (P_2O_5) та калію (K_2O), нітрогену легкогідролізованого (N_K), обмінних катіонів кальцію (Ca) та магнію (Mg), вмісту гумусу та суми увібраних основ, де 1-7 це дослідні ділянки, номери яких співпадають з номерами в таблиці 1

Різниця середніх значень між дослідними ділянками (sample) та властивостями (columns) є статистично значущими. Параметри F значно вищі за критичне значення, що підтверджує вплив цього фактора. Взаємодія між факторами (вплив рядків та стовпців) є великою так як високий параметр F підтверджує важливість взаємодії між рядками та стовпцями, а отже ми можемо сказати, що типи рекультиваций та час після їх проведення значно впливають на лісорослинний потенціал ґрунтів.

Усі три джерела варіації (Sample, Columns, Interaction) мають дуже низький P-value, що свідчить про те, що вони статистично значущі. Існують також відмінності між групами в залежності від параметрів. Взаємодія між дослідними ділянками та дослідженими фізико-хімічними та агрохімічними властивостями ґрунтів є важливою в контексті даного дослідження.

Висновки

У статті розглянуто вплив біологічної рекультиваций на фізико-хімічні та агрохімічні характеристики ґрунту, порушеного видобутком ільменіту. В процесі дослідження було виявлено, що кислотність зменшується після рекультиваций, сприяючи поліпшенню фізичних та хімічних властивостей. Вміст макро- та мікроелементів у ґрунті змінюється в залежності від території та часу рекультиваций. Досліджені ґрунти мають низький вміст гумусу та суми увібраних основ, що вказує на низький лісорослинний потенціал даних ґрунтів. Вміст нітрогену, фосфору та калію у ґрунті зменшується з часом після рекультиваций, ймовірно, через покращену вбирну здатність кореневої системи. Вбирна здатність, яка впливає на родючість та ґрунтоутворення, найнижча на ділянках рекультивованих 30 років тому, і найвища – на ділянках рекультивованих 20 років тому. Катіонообмінна ємність значно нижча на досліджуваних територіях порівняно з природними ґрунтами, особливо на ділянках рекультивованих 20 років тому. Двофакторний дисперсійний аналіз підтверджує статистичну значущість різниць у властивостях ґрунту між дослідними ділянками та важливість взаємодії параметрів ґрунту.

Отже, рекультивовані території після видобутку ільменіту характеризуються низьким рівнем забезпеченості ґрунтів поживними речовинами. Дослідження підтверджує, що рекультивацийні заходи суттєво впливають на фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів, порушених видобуванням ільменіту. Найбільш помітне покращення спостерігається через 30 років після початку рекультиваций, зокрема, збільшення рівня гумусу та покращення рівноваги макроелементів. Рекомендовано проведення розширених досліджень лісорослинного потенціалу ґрунту на рекультивованих територіях, використовуючи інноваційні методи, так як ефективна рекультивация важлива для відновлення

фізико-хімічних та агрохімічних властивостей порушених ґрунтів для оптимізації цих процесів.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Grechanik, R., Malovanyy, M., Mariia, M., Petrushka, K., Luchyt, L., Boyko, R., Synelnikov, S., & Bordun, I. (2023). Environmentally safe reclamation of solid waste landfills. *Journal Environmental Problems*, 8 (1), 47–54. <https://doi.org/10.23939/ep2023.01.047>
2. Fresco, L. O. (2016). The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil*, 2 (1), 111–128.
3. Makarenko, V. V. (2016). Vplyv antropohennoho navantazhennia na stan rodnychosti gruntiv na prykladi Korostenskoho raionu Zhytomyrskoi oblasti. *Molodyi Vchenyi*, 5, 314–317. [in Ukrainian]
4. Pankiv, Z. P. (2017). *Gruntvy Ukrainy: navchalno-metodychnyi posibnyk*. Lviv : LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian]
5. Wilpert, K. von. (2022). Forest soils – what’s their peculiarity? *Soil Systems*, 6 (1), 5. <https://doi.org/10.3390/soilsystems6010005>
6. Polupan, M. I., & Velychko V. A. (2014). *Nomunklatura ta diahnozytyka ekoloho-henetychnoho statusu gruntiv Ukrainy dlia yikhnoho velykomasshtabnoho doslidzhennia*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian]
7. Loza, I. M., Pakhomov, O. Y., & Chorna, V. I. (2018). Evaluation of remediation efficiency of manganese quarry lands after open-cut mining: ecosystem approach. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 122–128. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-4/16>
8. Savosko, V. M., Lykholat, Y. V., Bielyk, Y. V., & Lykholat, T. Y. (2019). Ecological and geological determination of the initial pedogenesis on devastated lands in the Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 28 (4), 738–746. <https://doi.org/10.15421/111969>
9. Neina, D. (2019). The role of soil ph in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
10. Barrow, N. J., & Hartemink, A. E. (2023). The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. *Plant and Soil*, 487 (1–2), 21–37. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05960-5>
11. Pohrebniak, P. S. (1993) *Lisova ekoloohiia i typoloohiia lisiv: vybrani pratsi*. Kyiv: Vydavnytstvo «Naukova dumka» [in Ukrainian]
12. Rodionov, A., Bauke, S. L., von Sperber, C., Hoeschen, C., Kandeler, E., Kruse, J., Lewandowski, H., Marhan, S., Mueller, C. W., Simon, M., Tamburini, F., Uhligh, D., von Blanckenburg, F., Lang, F., & Amelung, W. (2020). Biogeochemical cycling of phosphorus in subsoils of temperate forest ecosystems. *Biogeochemistry*, 150 (3), 313–328. <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00700-8>
13. Horáková, E., Pospíšilová, L., Vlček, V., & Menšík, L. (2020). Changes in the soil’s biological and chemical properties due to the land use. *Soil and Water Research*, 15 (4), 228–236. <https://doi.org/10.17221/44/2019-swr>
14. DSTU ISO 10390:2022 *Grunt, obrobleni bio-vidkhody ta osad. Vyznachennia pH (ISO 10390:2021, IDT)*. Chynnyi vid 2022-05-09. (2022). Kyiv [in Ukrainian]
15. DSTU 4405:2005 *Yakist gruntu. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliuu za metodom Kirsanova v modyfikatsii NNTs IHA*. Chynnyi vid 2006-07-01. (2005). Kyiv [in Ukrainian]
16. DSTU 7863:2015 *Yakist gruntu. Vyznachennia lehkohidroliznoho azotu metodom Kornfilda*. Chynnyi vid 2016-07-01. (2005). Kyiv [in Ukrainian]
17. DSTU 7604:2014 *Yakist gruntu. Vyznachennia obminnoho kaltsiiu ta obminnoho mahniuu u karbonatnykh gruntakh metodom Tiuryna*. Chynnyi vid 2015-07-01. (2015). Kyiv [in Ukrainian]
18. DSTU 4289:2004 *Yakist hruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rechovyny*. Chynnyi vid 2004-04-30. (2004). Kyiv [in Ukrainian]

19. DSTU 4362:2004 *Yakist gruntu. Pokaznyky rodiuchosti gruntiv. Chynnyi vid 2006-01-01.* (2006). Kyiv [in Ukrainian]
20. Shomko, O. M., & Davydova, I. V. (2022) Study of physicochemical and agrochemical indicators of soil after reclamation of territories disturbed by ilmenite mining. *Abstracts of the XVIII All-Ukrainian scientific on-line conference of higher education applicants and young scientists with international participation «Modern problems of ecology», (October 06, 2022).* (pp. 103–104). Zhytomyr: Zhytomyr Polytechnic.
21. Vedmid, M. M., Raspopina, S. P., & Zborovska, O. V. (2013). Lisoroslynniy potentsial dernovo-pidzolystrykh gruntiv u zoni Skhidnoho ta Tsentralnoho Polissia. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Lisivnytstvo ta Dekorativne Sadivnytstvo*, 187 (3), 176–184. [in Ukrainian]
22. Parbhakar-Fox, A., & Lottermoser, B. (2016). Principles of sulfide oxidation and acid rock drainage. *Environmental Indicators in Metal Mining*, 15–34. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42731-7_2

ORCID

O. Shomko  <https://orcid.org/0000-0003-2418-0985>



2024 Shomko O. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Development of phyto-, zooplankton in fish ponds "Karpatskyi vodograi" LLC and their saprobiological characteristics

N. Chuzhma¹ | L. Samchyshyna¹ | T. Hryhorenko¹ | A. Bazaieva¹ | S. Koba¹ | A. Tuchapska¹ | V. Melnychuk² | V. Yevstafieva²

Article info

Correspondence Author
N. Chuzhma
E-mail:
n_chuzhma@ukr.net

¹Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine, Obukhivska Str., 135, 03164 Kyiv, Ukraine

²Poltava State Agrarian University, Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Chuzhma, N., Samchyshyna, L., Hryhorenko, T., Bazaieva, A., Koba, S., Tuchapska, A., Melnychuk, V., & Yevstafieva, V. (2024). Development of phyto-, zooplankton in fish ponds "Karpatskyi vodograi" LLC and their saprobiological characteristics. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 82–89. doi: 10.31210/spi2024.27.01.14

Qualitative composition and quantitative development of phyto- and zooplankton during the growing season in fish ponds of the "Karpatskyi Vodograi" and their saprobic characteristics in fish farming. It was found that the phytoplankton in the investigated fish ponds was represented by 112 and 117 species, while intraspecific taxa included six systematic divisions of algae: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, and *Chrysophyta*. The majority of phytoplankton species in both ponds was composed of green algae, accounting for up to 55.0 % of the total identified species. Subdominant groups included *Euglenophyta* (up to 19.0 %) and *Diatomophyta* (up to 16.0 %). The quantitative development of phytoplankton in the studied water bodies was characterized by high values, with the mid-season abundance ranging from 541,195.5±220,309.7 to 280,652.3±91,524.2 thousand cells/dm³, and biomass ranging from 52.4±19.6 to 53.87±22.69 mg/dm³. However, the majority of both the abundance (80.8–92.5 %) and biomass (34.6–69.7 %) of phytoplankton were represented by cyanobacteria, which are less valuable as food for zooplankton and phytoplanktophages. The species diversity of zooplankton was limited, with only 18 and 17 species identified in the investigated fish ponds, which included three main groups of organisms: *Rotifera*, *Cladocera*, and *Copepoda*. The core of the species diversity in both ponds was formed by cladocerans (53.0–55.0 %) and copepods (28.0–29.0 %). The share of rotifers did not exceed 17.0–18.0 % of the total number of identified species. In terms of faunal spectrum, the zooplankton in both ponds was of the cladoceran-copepod type, which is desirable for fish ponds. The quantitative development of zooplankton in these water bodies was low, with mid-season values not exceeding 48.89±29.09–74.98±37.15 thousand individuals/m³ in abundance and 1.06±0.66–1.54±0.75 g/m³ in biomass, indicating active consumption of this trophic niche by the existing fish fauna. Analysis of the saprobic characteristics of phyto- and zooplankton in the investigated fish ponds showed that the majority of saprobic indicator species, both for phytoplankton (up to 70.0 %) and zooplankton (up to 46.0 %), belonged to β-mesosaprobic organisms. The average saprobic indices for the growing season were at the level of 1.83±0.07–1.85±0.05 for phytoplankton and 1.52±0.16–1.76±0.26 for zooplankton that corresponded to the water quality class II, "fairly clean" category, indicating a satisfactory ecological condition of ponds at this enterprise.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, qualitative composition, quantitative development, saprophyte, water quality, feeding ponds.

Розвиток фіто- і зоопланктону в нагульних ставках ТЗОВ «Карпатський водограй» та їх сапробіологічна характеристика

Н. П. Чужма¹ | Л. В. Самчишина¹ | Т. В. Григоренко¹ | А. М. Базаєва¹ | С. А. Коба¹ | А. Я. Тучапська¹ | В. В. Мельничук² | В. О. Євстаф'єва²

¹Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, Україна

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Досліджено якісний склад та кількісний розвиток фіто- і зоопланктону впродовж вегетаційного сезону в нагульних ставках господарства ТЗОВ «Карпатський водограй» та надано їх сапробіологічну характеристику під час вирощування риби. Встановлено, що фітопланктон нагульних ставів був представлений 112-ма та 117-ма видами та внутрішньовидовими таксонами, які належали до 6-ти систематичних відділів водоростей: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* та *Chrysophyta*. Основу видового складу фітопланктону обох ставів формували представники відділу зелених водоростей до 55,0% загальної кількості виявлених видів, субдомінантами виступали представники відділів евгленових (до 19,0 %) та діатомових (до 16,0 %) водоростей. Кількісний розвиток фітопланктону досліджених водойм характеризувався високими показниками, середньосезонна чисельність перебувала в межах 541195,5±220309,7–280652,3±91524,2 тис. кл./дм³, а біомаса – 52,4±19,6–53,87±22,69 мг/дм³. Проте основу як чисельності (80,8–92,5%), так і біомаси (34,6–69,7 %) фітопланктону формували синьозелені водорості, які менш цінні для кормового зоопланктону та риб фітопланктофагів. Видове різноманіття зоопланктону було незначним, усього в нагульних ставках ідентифікували 18 та 17 видів, що належать до трьох основних груп організмів – *Rotifera*, *Cladocera*, *Copepoda*. Основу видового різноманіття в обох ставках формували гіллястовусі (53,0–55,0 %) та веслоногі (28,0–29,0 %) ракоподібні. Частка коловороток не перевищувала 17,0–18,0 % від загальної кількості виявлених видів. Тобто за фауністичним спектром зоопланктон був кладоцерно-копеподного типу, що є бажаним для рибицтв ставів. Кількісний розвиток зоопланктону цих водойм був низьким, середньосезонні показники не перевищували 48,89±29,09–74,98±37,15 тис. екз./м³ за чисельністю та 1,06±0,66–1,54±0,75 г/м³ за біомасою, що вказує на активне споживання цієї кормової ніші наявною іхтіофауною водойм. Аналіз сапробіологічної характеристики фіто- і зоопланктону нагульних ставів показав, що основу видів-індикаторів сапробності як за фітопланктоном (до 70,0 %), так і за зоопланктоном (до 46,0 %) становили β-мезосапроби. Середні за вегетаційний сезон індекси сапробності за фітопланктоном були на рівні 1,83±0,07–1,85±0,05, за зоопланктоном – 1,52±0,16–1,76±0,26, які відповідають II класу якості води, категорії «досить чисті», що свідчить про задовільний екологічний стан ставів цього господарства.

Ключові слова: фітопланктон, зоопланктон, якісний склад, кількісний розвиток, сапробність, якість води, нагульні стави.

Бібліографічний опис для цитування: Чужма Н. П., Самчишина Л. В., Григоренко Т. В., Базаєва А. М., Коба С. А., Тучапська А. Я., Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О. Розвиток фіто- і зоопланктону в нагульних ставках ТЗОВ «Карпатський водограй» та їх сапробіологічна характеристика. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 82–89.

Вступ

Якість води у ставах, призначених для аквакультури, має надважливе значення, оскільки неякісна вода може вплинути на здоров'я та ріст об'єктів культивування. Якість води в конкретній водоймі не є константною характеристикою, а визначається сукупністю змінних параметрів, до того ж в екосистемах із порушеним функціонуванням природного механізму самоочищення існує ризик дуже швидкого погіршення якості води [1–3] і, як наслідок, масової загибелі риби. У рибницьких ставках якість води, від якої залежать всі процеси живлення, росту і відтворення вирощуваної риби, може швидко знижуватися внаслідок надвисокої порівняно з природними водоймами щільності об'єктів культивування і відповідно інтенсивного надходження у водойму продуктів життєдіяльності риб, чи кормів і добрив, якщо такі технологічно застосовуються [4]. Причиною різких змін якості води є також вимушена деградація біоценозів водойм такого типу, зокрема обмежений розвиток чи відсутність макрофітів, які зазвичай виконують роль природного біофільтра і екосистемного буфера.

Тому стан води як самої водойми, так і джерела її надходження у став повинні підлягати постійному моніторингу.

Гідробіологічні показники водойми також дають можливість оцінити якість води за безхребетними тваринами і рослинністю водойм [5, 6], зокрема за мікроскопічними водоростями – фітопланктоном [7]. Гідробіологічні показники є досить чутливими. Якість води виражають у вигляді так званого рівня сапробності, який пряма залежить від ступеня насичення води органічними речовинами. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір індикаторних організмів-сапробіонтів. Зважаючи на індикаторну значущість знайдених у водоймі організмів і їх кількості, визначають індекс та відповідний йому рівень сапробності води. У разі збільшення ступеня забруднення водних об'єктів видова різноманітність в них, як правило, знижується. Тому зміна видової різноманітності є показником зміни якості води.

Надзвичайно чутливим і інформативним до змін екологічних умов водних екосистем вважають фітопланктон [8, 9], який в автотрофній ланці водних екосистем відіграє провідну роль. У ставах, що інтенсивно експлуатуються, планктонні водорості відіграють основну роль в утворенні первинної продукції. Ступінь розвитку фітопланктону, його таксономічна структура значною мірою визначає газовий режим води ставів. Крім того, відмічена його істотна роль у формуванні якості води, самоочищенні і самозабрудненні, у процесах міграції радіонуклідів [10]. Короткий життєвий цикл та швидка репродуктивність планктонних водоростей дозволяє навіть при проведенні обмежених у часі спостережень оцінити можливі несприятливі зміни в екосистемі водойми. Індикатором екологічного стану водойми може бути видовий склад фітопланктону, а також чисельність та біомаса видів

та деякі інші показники [9]. За сапробіологічною характеристикою водоростей можуть бути сформовані короткочасні та довготривалі прогнози стану водойм, оцінки біопродуктивності та рибопродуктивності.

Важливим біологічним компонентом водних екосистем є також зоопланктон, який відіграє велику роль у трансформації органічної речовини і енергії та біологічній продуктивності [5, 11, 12]. Зоопланктонні організми також є індикаторами санітарного стану водойм [13]. Як тварини-фільтратори, планктонні ракоподібні беруть активну участь у процесах природного самоочищення вод, сприяють мінералізації і, тим самим, біологічному очищенню забруднених вод. Так, відомо, що представники гіллястовусих ракоподібних роду дафнія можуть профільтрувати до 37 мл води за годину на одну особину [11, 13], тому ця група тварин є привабливою для біоманіпуляційних заходів при відновленні забруднених водних екосистем.

Крім того, фіто- і зоопланктон є важливими компонентами рибницьких ставів і зокрема, які регулюють продуктивність водойм, їхню біорізноманітність та вплив на довкілля, тому контроль за розвитком природної кормової бази у ставах має надважливе значення [14–19].

Мета дослідження

Метою цієї роботи було охарактеризувати якісний склад та кількісний розвиток фіто- і зоопланктону для оцінки якості води в рибницьких ставах під час вирощування товарної риби.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у двох нагульних ставах № 1 та № 3 господарства ТЗОВ «Карпатський водограй» площею 58,7 та 5,1 га, середньою глибиною 1,05 та 1,10 м, відповідно. У нагульних ставах за однакових умов вирощувався короп у полікультурі з рослиноідними рибами.

Проби фіто- і зоопланктону відбирали впродовж вегетаційного сезону (з червня по вересень) раз на місяць. Відбір проб фітопланктону в нагульних ставах здійснювали з верхнього горизонту води на глибині 0,2–0,5 м, використовуючи при цьому кухлі об'ємом 1 дм³ [12]. Після перемішування відібраної у відро води її набирали у пляшку об'ємом 0,5 дм³ та фіксували 40 %-ним формаліном (10 мл на 0,5 дм³ води). Фіксовані проби відстоювали в темному місці впродовж 10–14 діб. Розрахунок чисельності і біомаси виконували відповідно до загальноприйнятих методик [12, 20]. У цій роботі під «фітопланктоном» мали на увазі сукупність усіх форм мікроскопічних водоростей незалежно від їх біотопічної приуроченості, які на момент відбору проб знаходились у товщі води та характеризувалися відповідними структурно-функціональними показниками угруповань.

Зоопланктонні проби відбирали за допомогою планктонної сітки Апштейна, крізь яку фільтрували 50 дм³ води. Як відбір, так і камеральне опрацювання

проб зоопланктону проводили згідно із загально-прийнятими методиками [12, 20].

Для визначення видового складу планктонних водоростей та безхребетних тварин використовували основні визначники [21–25].

Для оцінки сапробності вод у рибницьких ставах був використаний кількісний метод Пантле-Букк у модифікації Сладечека [26, 27]. Індекс сапробності розраховували за формулою:

$$S = \Sigma (s \times h) / \Sigma h$$

де, s – індикаторна значимість (сапробна валентність) виду, h – відносна частота зустрічаємості організмів даного виду у пробах.

Сапробну валентність для кожного виду визначали за списком видів-індикаторів [9, 20]. Категорії якості води оцінювали згідно із загальноприйнятими методиками оцінки стану водних об'єктів [20, 28].

Результати та їх обговорення

Динаміка розвитку фіто- і зоопланктону в нагульному ставі № 1.

У ставі № 1 фітопланктон був представлений 112-ма видами та внутрішньовидовими таксонами, які належали до 6-ти систематичних відділів водоростей: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*,

Bacillariophyta, *Chlorophyta* та *Chryzophyta*. Основу видового різноманіття фітопланктону визначали види, які відносились до відділу зелених водоростей. Їх частка становила 55,0 % від загального числа виявлених видів, субдомінантами виступали діатомові (16,0 %) та евгленові (15,0 %). Решта відділів не мали значного впливу на формування видового різноманіття ставу і становили від 1,0 % до 11,0 %.

Основу кількісних показників фітопланктону ставу формували синьо-зелені водорості, їх частка в середньому за сезон становила 92,5 % за чисельністю та 69,7 % за біомасою, хоча на початку досліджень у червні представників цього відділу водоростей не було знайдено (табл. 1).

Найнижчі кількісні показники розвитку фітопланктону реєстрували у другій половині червня, коли його чисельність складала 4437,0 тис. кл./дм³, а біомаса – 5,16 мг/дм³. Домінуюче положення у формуванні чисельності належало зеленим водоростям 83,5 %, а біомаси – евгленовим 44,8 %. Відомо, що при величинах 5,0 мг/дм³ фітопланктон сприяє самоочищенню води, а більш вищі значення характерні для масового розвитку водоростей («цвітіння» води), наслідком чого є погіршення санітарно-біологічного стану водойми і пониження якості води в ній.

Таблиця 1

Кількісний розвиток фітопланктону в нагульному ставі № 1

Відділи водоростей	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Середнє за сезон	% співвідношення
<i>Cyanophyta</i>	-	476476,0	1026902,0	498984,0	500590,5	92,5
		38,97	83,8	23,29	36,52	69,7
<i>Euglenophyta</i>	221,0	462,0	255,0	3230,0	1042,0	0,2
	2,31	2,86	1,83	9,67	4,17	8,0
<i>Bacillariophyta</i>	442,0	11506,0	12036,0	6239,0	7555,8	1,4
	1,11	4,0	4,38	3,55	3,26	6,2
<i>Chlorophyta</i>	3706,0	49984,0	44064,0	29546,0	31825,0	5,9
	1,4	9,57	7,46	10,1	7,13	13,6
<i>Dinophyta</i>	34,0	44,0	374,0	119,0	142,8	0,0
	0,3	0,39	3,31	1,05	1,26	2,4
<i>Chryzophyta</i>	34,0	22,0	68,0	34,0	39,5	0,0
	0,04	0,02	0,05	0,02	0,03	0,1
<i>Усього (N)</i>	4437,0	538494,0	1083699,0	538152,0	541195,5±220309,7	100
<i>Усього (B)</i>	5,16	55,81	100,83	47,68	52,4±19,6	100

Примітки: – N – чисельність організмів, тис. кл./дм³; B – біомаса організмів, мг/дм³.

У кінці липня спостерігається суттєвий підйом кількісних показників фітопланктону (538494,0 тис. кл./дм³ і 55,81 мг/дм³). У ставку відбулася зміна домінуючого комплексу водоростей: головне місце в формуванні загальної чисельності та біомаси займали синьо-зелені водорості, частка яких за чисельністю складала 88,5 %, а за біомасою – 69,8 %. Це дозволяє спрогнозувати наступне погіршення якості води, оскільки деструкція фітомаси водоростей спричиняє забруднення води органічними речовинами, що призводить, зокрема до скачко-подібного зменшення насиченості її киснем.

Максимальні показники кількісного розвитку фітопланктону (1083699,0 тис. кл./дм³, та 100,83 мг/дм³) спостерігали під час інтенсивного «цвітіння» води у кінці серпня завдяки вегетації синьо-зелених водоростей, які домінували за

чисельністю (88,5 %) і за біомасою (83,1 %). Абсолютним видом-домінантом як за чисельністю (953700,0 тис. кл./дм³), так і за біомасою (77,25 мг/дм³) був – *Aphanizomenon flos-aquae*.

Подальший розвиток фітопланктону хоча і характеризувався зниженням кількісних показників, але все одно вони були на досить високому рівні, чисельність складала 538152,0 тис. кл./дм³, а біомаса – 47,68 мг/дм³.

Середньосезонні показники розвитку фітопланктону у ставі № 1 становили 541195,5±220309,7 тис. кл./дм³ за чисельністю та 52,4±19,6 мг/дм³ за біомасою. Основу як чисельності (92,5 %), так і біомаси (69,7 %) формували синьо-зелені водорості.

Упродовж вегетаційного сезону в зоопланктоні нагульного ставу № 1 було виявлено

18 видів, що належали до трьох основних груп організмів – коловерток (*Rotifera*), гіллястовусих (*Cladocera*) та веслоногих (*Copepoda*) ракоподібних. Зоопланктон у цьому ставі був кладоцерно-копеподного типу, оскільки основу його видового складу формували гіллястовусі (10 видів або 55,0 % від загальної кількості виявлених видів) та веслоногі (5 видів або 28,0 %) ракоподібні. Коловертки були представлені лише трьома видами – *Asplanchna priodonta*, *Brachionus urceus*, *Notholca squamula*, частка яких не перевищувала 17,0 %

від загальної кількості виявлених видів планктонних тварин.

Серед інших організмів упродовж вегетаційного сезону в зоопланктонних пробах траплялися личинки двокрилих комах, багатощетинкові черви та поодинокі бентосні остракоди.

Щодо кількісних показників розвитку тваринного планктону, то перші три місяці показники біомаси були особливо низькими 0,11–0,94 г/м³. До того ж найбільш чисельними в липні були коловертки – 15,0 тис. екз./м³, проте їх внесок у біомасу був незначний (табл. 2).

Таблиця 2

Кількісний розвиток зоопланктону в нагульному ставі № 1

Основні групи організмів	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Середнє за сезон	% співвідношення
<i>Rotifera</i>	-	<u>15,0</u> 0,08	-	<u>1,0</u> 0,00	<u>4,0</u> 0,02	<u>8,2</u> 1,9
<i>Cladocera</i>	<u>3,5</u> 0,06	<u>28,0</u> 0,44	<u>2,0</u> 0,09	<u>93,06</u> 2,06	<u>31,64</u> 0,66	<u>64,7</u> 62,3
<i>Copepoda</i>	<u>4,5</u> 0,18	<u>9,0</u> 0,42	<u>3,0</u> 0,01	<u>28,0</u> 0,88	<u>11,13</u> 0,37	<u>22,8</u> 34,9
Інші	-	-	<u>0,5</u> 0,01	<u>8,0</u> 0,01	<u>2,13</u> 0,01	<u>4,3</u> 0,9
<i>Усього (N)</i>	<u>8,0</u>	<u>52,0</u>	<u>5,5</u>	<u>130,06</u>	<u>48,89±29,09</u>	<u>100</u>
<i>Усього (B)</i>	<u>0,24</u>	<u>0,94</u>	<u>0,11</u>	<u>2,95</u>	<u>1,06±0,66</u>	<u>100</u>

Примітка: – N – чисельність організмів, тис. екз./м³; B – біомаса організмів, г/м³.

У вересні біомаса зоопланктону дещо зросла до 2,95 г/м³, адже чисельність гіллястовусих збільшилася до 93,06 тис. екз./м³, а веслоногих ракоподібних до 28,0 тис. екз./м³. Основний внесок у біомасу у вересні давали гіллястовусі ракоподібні: *Pleuroxus striatus*, *Scapholeberis mucronata*, *Daphnia spp.*

У середньому за вегетаційний період чисельність зоопланктону не перевищувала 48,89±29,09 тис. екз./м³, а біомаса – 1,06±0,66 г/м³. Хоча основу як чисельності (64,7 %), так і біомаси (62,3 %) складала цінні в кормовому значенні гіллястовусі ракоподібні.

Динаміка розвитку фіто- і зоопланктону в нагульному ставі № 3.

Таксономічний склад фітопланктону ставу № 3 був представлений тими ж відділами, що і у

попередньому. Серед видового різноманіття планктонних водоростей усього було ідентифіковано 117 видів і внутрішньовидових таксонів. Найбільшою кількістю видів характеризувались зелені водорості, частка яких складала 55,0 % від загальної кількості. Друге місце за кількістю видів займали евгленові водорості – 19,0 %. Частки інших відділів коливались від 2,0 до 12,0 %.

Динаміка розвитку фітопланктону цього ставу була схожою із вищезазначеним, а саме, найменші кількісні показники спостерігались на початку дослідного періоду і становили 6545,0 тис. кл./дм³ за чисельністю та 2,33 мг/дм³ за біомасою (табл. 3). Чисельність у цей час формували зелені (56,0 %) та синьо-зелені (35,0%) водорості, а біомасу – евгленові (46,0 %) та зелені (43 %).

Таблиця 3

Кількісний розвиток фітопланктону в нагульному ставі № 3

Відділи водоростей	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Середнє за сезон	% співвідношення
<i>Cyanophyta</i>	<u>2312,0</u> 0,09	<u>362934,0</u> 47,42	<u>249152,0</u> 9,99	<u>293172,0</u> 17,04	<u>226892,5</u> 18,64	<u>80,8</u> 34,6
<i>Euglenophyta</i>	<u>306,0</u> 1,07	<u>243,0</u> 0,83	<u>10624,0</u> 58,21	<u>924,0</u> 3,85	<u>3024,3</u> 15,99	<u>1,1</u> 29,7
<i>Bacillariophyta</i>	<u>221,0</u> 0,12	<u>2079,0</u> 3,53	<u>20128,0</u> 13,63	<u>8888,0</u> 3,1	<u>7829,0</u> 5,10	<u>2,8</u> 9,5
<i>Chlorophyta</i>	<u>3655,0</u> 1,00	<u>20925,0</u> 5,38	<u>88352,0</u> 25,59	<u>57750,0</u> 18,95	<u>42670,5</u> 12,73	<u>15,2</u> 23,6
<i>Dinophyta</i>	-	<u>81,0</u> 0,72	<u>544,0</u> 4,53	<u>22,0</u> 0,20	<u>161,8</u> 1,36	<u>0,1</u> 2,5
<i>Chrysophyta</i>	<u>51,0</u> 0,05	<u>54,0</u> 0,04	<u>192,0</u> 0,13	-	<u>74,3</u> 0,06	<u>0,0</u> 0,10
<i>Усього (N)</i>	<u>6545,0</u>	<u>386316,0</u>	<u>368992,0</u>	<u>360756,0</u>	<u>280652,3 ± 91524,2</u>	<u>100</u>
<i>Усього (B)</i>	<u>2,33</u>	<u>57,92</u>	<u>112,08</u>	<u>43,14</u>	<u>53,87±22,69</u>	<u>100</u>

Примітки: – N – чисельність організмів, тис. кл./дм³; B – біомаса організмів, мг/дм³.

У середині літа відбулося підвищення чисельності (386316,0 тис. кл./дм³) та біомаси (57,92 мг/дм³) фітопланктону. Абсолютними домінантами як за чисельністю, так і за біомасою були синьо-зелені водорості (94,0 % і 82,0 %, відповідно). Інтенсивно вегетував вид – *Anabaena flos-aquae*.

Пік біомаси планктонних водоростей (112,08 мг/дм³) так само як і у ставі № 1, був відмічений в серпні, завдяки вегетації евгленових (52,0 %) та зелених (22,0 %) водоростей. Домінантами були види, що відносились до родів *Euglena* та *Scenedesmus*. Значне зниження біомаси фітопланктону до 43,14 мг/дм³ спостерігали у кінці дослідного періоду, хоча чисельність перебувала на високому рівні 360756,0 тис. кл./дм³. Біомасу в цей час формували зелені (44,0 %) та синьо-зелені (40,0 %), а чисельність – синьо-зелені (81,0 %) водорості.

У середньому за період дослідження загальна чисельність фітопланктону у ставі №3 становила

280652,3±91524,2 тис. кл./дм³ і на 80,8 % формувалася завдяки розвитку синьо-зелених, а біомаса – 53,87±22,69 мг/дм³ за рахунок вегетації синьозелених (34,6 %), евгленових (29,7 %) та зелених (23,6 %) водоростей.

У зоопланктоні ставу № 3 за період дослідження було ідентифіковано усього лише 17 видів безхребетних, з яких 3 види (або 18,0 % від загальної кількості) коловерток, 9 видів (або 53,0 %) гіллястовусих та 5 видів (або 29,0 %) веслоногих ракоподібних. Зоопланктон цього ставу теж належав до кладоцерно-копеподного типу. Динаміка кількісного розвитку тваринного планктону була схожою. Так само, як і в попередньому ставі, перші три місяці показники біомаси були надзвичайно низькими 0,16–1,71 г/м³. У вересні цей показник підвищився до 3,56 г/м³ загалом завдяки розвитку двох видів веслоногих ракоподібних – *Sinodiaptomus sarsi* і *Thermocyclops crassus*, біомаса яких складала 3,54 г/м³, а чисельність сягала до 173 тис. екз./м³ (табл. 4).

Таблиця 4

Кількісний розвиток зоопланктону в нагульному ставі № 3

Основні групи організмів	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Середнє за сезон	% співвідношення
<i>Rotifera</i>	-	24,0 0,02	-	-	6,0 0,01	8,0 0,6
<i>Cladocera</i>	0,5 0,01	18,0 0,48	1,2 0,12	4,0 0,02	5,93 0,16	7,9 10,4
<i>Copepoda</i>	36,5 0,64	31,8 1,18	2,1 0,04	173,0 3,54	60,85 1,35	81,2 87,7
Інші	5,5 0,06	3,0 0,03	0,3 0,003	0,0 0,0	2,2 0,02	2,9 1,3
Усього (N)	42,5	76,8	3,6	177,0	74,98±37,15	100
Усього (B)	0,71	1,71	0,16	3,56	1,54±0,75	100

Примітка: – N – чисельність організмів, тис. екз./м³; B – біомаса організмів, г/м³.

Серед коловерток ідентифіковано три види роду *Brachionus*: *Brachionus urceus*, *Br. angularis* та *Br. diversicornis*, сприятливі умови для розвитку яких були в середині літа.

На відміну від нагульного ставу № 1 у ставі № 3 гіллястовусі ракоподібні не відігравали значної ролі ані за чисельністю, ані за біомасою. Найвищий внесок у середньому за весь вегетаційний сезон як за чисельністю (81,2 %), так і за біомасою (87,7 %) мали веслоногі ракоподібні. Середньосезонні показники чисельності та біомаси зоопланктону становили 74,98±37,15 тис. екз./м³ та 1,54±0,75 г/м³ відповідно.

Слід відмітити, що в обох ставах, незважаючи на досить високі показники розвитку фітопланктону, зоопланктон не давав високої біомаси, що найімовірніше, пов'язано з активним видаленням його наявною іхтіофауною водойм, а також у зв'язку із масовим розвитком у ставах синьо-зелених водоростей. Під час «цвітіння» представників синьо-зелених водоростей *Aphanizomenon flos-aquae* і *Anabaena flos-aquae* та досягнення ними пікових показників за біомасою в серпні, зоопланктон пригнічується в розвитку і має найнижчі показники біомаси за весь вегетаційний сезон. До того ж коловертки зникають із планктону в обох ставах.

Сапробіологічна характеристика водного середовища нагульних ставів.

Аналіз еколого-санітарного стану досліджуваних водойм проведений за методом Пантле-Букк у модифікації Сладечека за наявністю видів-індикаторів сапробності та розрахованими індексами сапробності за показниками фіто- і зоопланктону. В результаті проведеного аналізу встановлено, що серед загальної кількості виявлених видів фітопланктону в нагульних ставах № 1 та № 3 знайдено відповідно 46 та 51 видів-індикаторів сапробності (табл. 5).

Серед цієї кількості видів-індикаторів водоростей головне місце в обох ставах посідали β-мезосапроби – 32 та 35 видів, що становило 70 % та 69 % від загальної кількості виявлених видів-індикаторів. Другорядне значення мали представники перехідних зон β-о (3 і 4 види або 7 і 8 %) та о-β-мезосапроби (4 і 5 види або 9 і 10 % від загальної кількості виявлених видів-індикаторів). Наявність представників інших зон не перевищувала 1–2 види.

Серед β-мезосапробів постійними компонентами фітопланктону у ставі № 1 були *Euglena caudata*, *Tetraedron minimum*, *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus*, *Synedra ulna*, *Nitzschia acicularis*, а в ставі № 3 – *Trachelomonos volvocinae*, *Scenedesmus quadricauda*, *Melosira granulata* var. *angustissima*.

Щодо сапробіологічної характеристики цих ставів за зоопланктоном, то загальна кількість видів-індикаторів сапробності в них становила 14 (став № 1) та 13 (став № 3). Серед цієї кількості видів-індикаторів сапробності більшість належали до групи

β -мезосапробів (5–6 видів або 36,0–46,0 % загальної кількості виявлених видів-індикаторів), α - β -мезосапробів (4–3 або 29,0–23,0 %) та α -мезосапробів (5–3 або 36,0–23,0 %), що є характерним для вод з помірним рівнем органічного забруднення.

Таблиця 5

Наявність видів індикаторів сапробності фіто- і зоопланктону в нагульних ставах

Водойми	Розподіл видів-індикаторів фітопланктону за зонами сапробності									Усього видів
	β	β - α	β - α	α - β	α	α	α - β	β - ρ	ρ	
Став №1	32	1	3	4	1	2	1	1	1	46
Став №3	35	-	4	5	2	2	1	1	1	51
Розподіл видів-індикаторів зоопланктону за зонами сапробності										
Став №1	5	-	-	4	5	-	-	-	-	14
Став №3	6	1	-	3	3	-	-	-	-	13

В обох ставах за наявністю видів-індикаторів як фіто-, так і зоопланктону вода належить до категорії β -мезосапробної, що є задовільною для вирощування риби.

Оцінка якості води за індексами сапробності, розрахованими за валентністю видів-індикаторів

фіто- і зоопланктону та їх кількісним розвитком, зокрема за чисельністю, показали, що значення індексів сапробності за фітопланктоном у ставі № 1 перебували в межах від 1,71 до 2,01, а у ставі № 3 – від 1,77 до 1,99 (табл. 6).

Таблиця 6

Динаміка індексів сапробності (S_N) води у нагульних ставах за розвитком фіто- і зоопланктонних видів-індикаторів упродовж вегетаційного сезону

Водойми	S_N за фітопланктоном				Середнє за сезон
	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
Став №1	2,01	1,72	1,71	1,88	1,83±0,07
Став №3	1,99	1,86	1,79	1,77	1,85±0,05
S_N за зоопланктоном					
Став №1	1,51	1,53	1,33	1,71	1,52±0,16
Став №3	1,66	2,10	1,77	1,49	1,76±0,26

Індекси сапробності за зоопланктоном упродовж вегетаційного сезону у ставі №1 змінювалися в межах 1,33–1,71, а в ставі № 3 – 1,49–2,10.

Упродовж вегетаційного сезону у ставу № 1 сапробність зростала, що пояснюється, найімовірніше, накопиченням органічних сполук внаслідок відмирання і деструкції синьо-зелених водоростей, які мали високу чисельність і біомасу в цій водоймі. Натомість сапробність у ставі № 3 впродовж періоду дослідження зменшувалась, що вказує на те, що в цьому ставі відбувались природні процеси самоочищення і мінералізації органічних сполук. Тут роль гiллястовисих ракоподібних, які є фільтраторами, як не дивно, була незначною. Проте аналіз фітопланктонного угруповання показав, що у ставі №3 було відсутнє масове «цвітіння» синьо-зелених водоростей, а переважали евгленові та зелені водорості, які, на нашу думку, і сприяли процесам натурального самоочищення води у ставі більше, ніж фільтрування і мінералізація органічних решток зоопланктонними організмами.

Загалом значення індексів сапробності, як за фіто-, так і зоопланктоном в обох ставах не виходили

за межі характерні для β - мезосапробної зони. Отримані середньосезонні показники індексів сапробності за фітопланктоном були на рівні 1,83±0,07–1,85±0,05, а за зоопланктоном – 1,52±0,16–1,76±0,26. Згідно з отриманими значеннями індексів сапробності вода цих водойм відповідає II класу якості, категорії «досить чисті», а екологічний стан водойм можна охарактеризувати як «задовільний».

Висновки

Фітопланктон нагульних ставів № 1 та № 3 був представлений відповідно 112-ма та 117-ма видами та внутрішньовидовими таксонами, що належать до синьо-зелених, евгленових, діатомових, динофітових, золотистих та зелених водоростей. Основу видового складу фітопланктону обох ставів формували зелені водорості до 55,0 % загальної кількості виявлених видів, субдомінантами виступали евгленові (до 19,0 %) та діатомові (до 16,0 %) водорості.

Кількісний розвиток фітопланктону характеризувався високими показниками, середньосезонна чисельність перебувала в межах 541195,5±220309,7–

280652,3±91524,2 тис. кл./дм³, а біомаса – 52,4±19,6–53,87±22,69 мг/дм³. При цьому чисельність (80,8–92,5 %) і біомаса (34,6–69,7 %) формувалися завдяки розвитку синьо-зелених водоростей, які є менш цінними та доступними для кормового зоопланктону і риб фітопланктофагів. У період «цвітіння» води (масового розвитку синьо-зелених водоростей) заморних явищ у ставах не спостерігали.

Зоопланктон нагульних ставів був представлений 3-ма видами коловертків, 9–10-ма видами гіллястовусих та 5-ма видами веслоногих ракоподібних, усього 17–18-ма видами. Основу видового складу в обох ставах становили гіллястовусі (53,0–55,0 %) та веслоногі (28,0–29,0 %) ракоподібні. Тобто за фауністичним спектром зоопланктон був кладоцернокопеподного типу.

Кількісний розвиток зоопланктону в нагульних ставах був низьким, хоча і формувався завдяки розвитку ракоподібних, середньосезонні показники не перевищували 48,89±29,09–74,98±37,15 тис. екз./м³ за чисельністю та 1,06±0,66–1,54±0,75 г/м³ за біомасою, що вказує на активне споживання цієї кормової ланки наявною іхтіофауною водойм.

Сапробність цих водних об'єктів, розрахована за видами-індикаторами фіто- і зоопланктону відповідала β-мезосапробній зоні. Індекси сапробності за фітопланктоном були на рівні 1,83±0,07–1,85±0,05, а за зоопланктоном – 1,52±0,16–1,76±0,26, та відповідають II класу якості води, категорії «досить чисті», що вказує на задовільну якість води для проведення рибогосподарської діяльності в цих ставах.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Lytvyn, N. A., Rudenko, O. P., & Gutyj, B. V. (2021). Assessment of the quality of pond waters of Lviv region and prospects for the use of phytoplankton biomass in these reservoirs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 23 (95), 108–113. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9516>
2. Zhemerov, O. O., & Dots, V. H. (2011). *Otsinka yakosti poverkhnelykh vod sushi: metodychni posibnyk*. Kharkiv: ASSA [in Ukrainian]
3. Dumych, O. Ia. (2009). Otsinka yakosti vody staviv v katehoriakh saprobnosti. *Naukovi Visnyk NLTU Ukrainy*, 19 (4), 72–75. [in Ukrainian]
4. Loshkova, Yu. M. (2022). Ecological assessment of the condition of fish ponds in the growing of carp fish in Kherson region. *Taurian Scientific Herald*, 126, 283–289. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.39>
5. Dumych, O., & Danylyk, R. (2015). Zooplankton Communities of Lviv Hydroecosystems (on the Example of Piskovi Lakes). *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(3), 85–90. Retrieved from: <https://nv.ntu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1129>
6. Pashkova, O. V. (2012). Zooplankton kak indikator organicheskogo i toksicheskogo zagryazneniya i ekologicheskogo sostoyaniya gidroekosistem (obzor). *Gidrobiologicheskij Zhurnal*, 6 (48), 3–24. [in Russian]
7. Zotov, A. (2014). Porivnialnyi analiz natsionalnykh i yevropeyskykh metodyk otsinky yakosti vodnoho seredovyscha za dopomohoiu indykatyviv fitoplanktonu. *Visnyk Lvivskoho Universytetu. Seriya Biologichna*, 67, 3–17. [in Ukrainian]

8. Barinova, S. S., Medvedeva, L. A., & Anisimova, O. V. (2006). *Bioraznoobrazie vodoroslej-indikatorov okruzhayushей sredi*. Tel Aviv: Pilies Studio [in Russian]
9. Barinova, S. S., Belous, E. P., & Careno, P. M. (1994). *Algoindikaciya vodnyh obyektov Ukrainy: metody i perspektivy*. Kiev: Hajfa [in Russian]
10. Shcherbak, V. I., & Semeniuk, N. Ye. (2023). Structural and functional characteristics of phytoplankton, algal mats, detritus and water quality under main abiotic factors in urban ponds (case study of urban settlement Hostomel, Bucha District, Kyiv Region, Ukraine). Report II. Quantitative indicators, dominant complexes of phytoplankton, detritus and water quality of urban ponds. *Algologia*, 33 (2), 65–82. <https://doi.org/10.15407/alg33.02.065>
11. Lomartire, S., Marques, J. C., & Gonçaves, A. M. M. (2021). The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment. *Ecological Indicators*, 129, 107867. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107867>
12. Krazhan, S. A., & Khyzhniak, M. I. (2014). *Natural forage base of the fishing ponds*. Oldi Plus, Kherson.
13. Samchyshyna, L. V. (2016). Analiz modelnykh transformovano-zminenykh i netransformovanykh vodoim m. Kyieva za vydovym riznomanittiam hilliastovusykh rakopodibnykh. In: I. V. Pansiuca (red.). (pp. 30–35). *Uporiadkuvannya vodoohoronnykh zon miskykh vodoim na osnovi ekologichnoi otsinky yakosti vod*. Kyiv [in Ukrainian]
14. Hryhorenko, T. V., Postoienko, D. M., Shumyhai, I. V., Dobrianska, O. P., & Bazaieva, A. M. (2019). Ecological status of fishery ponds for growing populations of Antoninsko-Zozulinetsky scaly carp. *Agroecological Journal*, 4, 65–73. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189460>
15. Bazaieva, A. M., Chuzhma, N. P., & Savenko, N. M. (2015). Phytoplankton of fish-rearing ponds after using of organic fertilizers. *Biodiversity and Role of Animals in Ecosystems Extended Abstracts. VIII International Conference. (Dnipropetrovsk, Ukraine, 21–23 December 2015)*. (pp. 69–71). Dnipropetrovsk: Lira.
16. Oleshko, M. O., Oleshko, O. A., Melnychenko, O. M., Bitiutskyi, V. S., & Heiko, L. M. (2016). Formuvannya pryrodnoi kormovoi bazy za rakhunok planktonnykh uhrupovan na doslidnykh stavakh VAT Skvyraplemrybhosp za vyroshchuvannya tsoholitok pomisnykh koropiv. *Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produksii Tvarynyystva*, 2, 82–88. [in Ukrainian]
17. Burian, Z. V., & Trokhymets, V. M. (2017). The temporal dynamics of zooplankton communities of different types of water bodies within Ichniansky National Park. *Biosystems Diversity*, 25 (2), 124–131. <https://doi.org/10.15421/011719>
18. Pearson, A., & Duggan, I. (2018). A global review of zooplankton species in freshwater aquaculture ponds: what are the risks for invasion? *Aquatic Invasions*, 13 (3), 311–322. <https://doi.org/10.3391/ai.2018.13.3.01>
19. Makarenko, A. A., Shevchenko, P. H., & Sytnyk, Yu. M. (2018). Kharakterystyka vydovoho riznomanittia fitoplanktonu v rybovodnykh stavakh. *Tavriskyi Naukovi Visnyk*, 103, 262–269. [in Ukrainian]
20. Romanenko, V. D. (Red.). (2006). *Metody hidroekologichnykh doslidzen poverkhnelykh vod*. Kyiv: Lohos [in Ukrainian]
21. Makarevych, M. F. (Red.). (1984). *Presnovodnye vodorosly Ukrainy SSR*. Kyev: Vyshcha shkola. Holovnoe yzdatelstvo [in Ukrainian]
22. Tsarenko, P. M., Wasser, S. P., & Nevo, E. (Eds.). (2006). *Algae of ukraine: diversity nomenclature taxonomy ecology and geography. Volume 1: Cyanoprocaryota Euglenophyta Chrysophyta Xanthophyta Raphidophyta Phaeophyta Dinophyta Cryptophyta Glaucocystophyta and Rhodophyta*. Gantner Verlag.
23. Rudescu, L. (1960). *Fauna Republicii Socialiste Romania, Rotatoria*, Volume II (2), 1–1192.

24. Kotov, A., Forró, L., Korovchinsky, N. M., & Petrusek, A. (2019). FADA Cladocera: World checklist of freshwater Cladocera species (version Jan 2013). In: Roskov, Y., Owe,r G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P. M., Bourgoin, T., DeWalt, R. E., Decock, W., Nieukerken, E. van, Zarucchi, J., Penev, L., (Eds.) (2019). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 25th March 2019*. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.
25. Bledzki, L. A., & Rybak, J. . (2016). *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29871-9>
26. Pantle, R., & Buck, H. (1955). Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, 96 (18), 1–604.
27. Sladeczek, V. (1973). System of water quality from the biological point of view. *Achieves für Hydrobiologie - Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 7 (1), 218.
28. Romanenko, V. D., Zhukynskiy, V. M., Oksiuk, O. P., Yatsyk, A. V., Cherniavska, A. P., Vasenko, O. H., & Vernychenko, A. A. (2001). *Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevyykh vod sushy ta estuariiv Ukrainy*. Kyiv: Minekoresursiv Ukrainy [in Ukrainian].

ORCID

- N. Chuzhma  <https://orcid.org/0000-0002-9901-0991>
- L. Samchyshyna  <https://orcid.org/0000-0002-3816-2641>
- T. Hryhorenko  <https://orcid.org/0000-0002-8769-1443>
- A. Bazaieva  <https://orcid.org/0000-0002-0509-1349>
- S. Koba  <https://orcid.org/0000-0001-8448-5372>
- A. Tuchapska  <https://orcid.org/0000-0002-4467-5670>
- V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>
- V. Yevstafieva  <https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>



2024 Chuzhma N. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Biological features of different breeds of goats

Y. Karban✉

Article info

Correspondence Author

Y. Karban

E-mail:

sikorskaaulia543@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Karban, Y. (2024). Biological features of different breeds of goats. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 90–94. doi: 10.31210/spi2024.27.01.15

The work presents the results of biological, morphometric, and ethological studies. The main biological and economically beneficial characteristics of goats of various breeds are considered. The study was conducted on 3 groups of goats of the Zaanen, Alpine and Anglo-Nubian breeds at the age of 3–4 years. The Zaanen goats studied in this study served as a control group, as they are one of the first breeds introduced to the territory of Ukraine and are very popular among the population due to their milk productivity. Depending on the biological features, goats are divided into different areas of productivity: milk, meat, wool and leather. The evaluation of biological features of goats was carried out according to the following indicators: daily rhythms of behavior, biological, morphometric, to determine body parameters. It was established that the behavior of female goats in the pasture-stall system varies depending on the breed. So the animals of the Zaanen breed turned out to be more static, they stood for a longer period. Animals of Alpine and Nubian breeds were noted to be more mobile, respectively by 21.0 % ($p < 0.001$) and 18.5 % ($p < 0.001$). The time of fodder consumption in the stable was maximum in Zaanen and Alpine breeds. The minimum duration of mastication was established in animals of the Zaanen breed, while in the Anglo-Nubian and Alpine breeds this process lasted longer by 17.3 % ($p < 0.001$) and 12.4 % ($p < 0.001$), respectively. The smallest amount of time spent on water consumption was observed in animals of the Zaanen breed, and in the Anglo-Nubian and Alpine breeds, the data were higher by 15.0 % ($p < 0.01$) and 25.0 % ($p < 0.001$), respectively. A probable difference in body temperature of animals of different breeds was revealed, where the minimum indicator ($p < 0.01$) compared to Zaanen goats was in the Anglo-Nubian breed in the winter period. Anglo-Nubians had the lowest breathing rate in summer ($p < 0.01$), and pulse rate in spring ($p < 0.01$). In the alpine breed, the pulse frequency was minimal in the summer ($p < 0.01$) and autumn ($p < 0.05$) periods. The study of the features of the body structure of female goats established that the height at the withers compared to Zaanen animals was maximum in Anglo-Nubian goats by 5.8 % ($p < 0.01$), minimum in Alpine Tvanins by 3.9 % ($p < 0.05$). The height at the sacrum was higher in alpine goats by 15.4 % ($p < 0.001$) and in Anglo-Nubian goats by 2.6 % ($p < 0.05$) compared to Zaanen breeds. It was found that female goats of the Anglo-Nubian breed of goats exceeded other studied animals in terms of chest depth ($p < 0.001$), oblique body length ($p < 0.001$), chest girth ($p < 0.001$), body weight ($p < 0.01$).

Keywords: goats, adaptation, biological indicators, morphometric indicators, Alpine, Zaanen, Anglo-Nubian species.

Біологічні особливості кіз різних порід

Ю. В. Карбан

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

У роботі наведено результати біологічних, морфометричних, етологічних досліджень. Розглянуто основні біологічні та господарсько-корисні ознаки у кіз різних порід. Дослідження проводили на трьох групах кіз зааненської, альпійської та англо-нубійської породи у віці 3–4-х років. Зааненські кози в цьому дослідженні виступали контрольною групою, оскільки були одними з перших порід, які завезли на терени України, та вони є популярними серед населення завдяки молочної продуктивності. Залежно від біологічних особливостей кіз розподіляють за різними напрямками продуктивності: молочна, м'ясна, вовняна та шкуркова. Оцінку біологічних особливостей кіз проводили за такими показниками: добові ритми поведінки, визначали біологічні, морфометричні показники статури. З'ясовано, що поведінка козематок в умовах пасовищно-стійлової системи варіює залежно від породи. Більш статичними виявилися тварини зааненської породи, вони триваліший період стояли. Більш рухливими є тварини альпійської та нубійської порід, відповідно на 21,0 % ($p < 0,001$) і 18,5 % ($p < 0,001$). Час споживання корму у стайні в зааненської і альпійської порід були максимальними. Мінімальний термін тривалості жуйки виявлено у тварин зааненської породи, тоді як у кіз англо-нубійської і альпійської порід цей процес тривав довше, відповідно на 17,3 % ($p < 0,001$) та 12,4 % ($p < 0,001$). Найменші затрати часу на споживання води спостерігали у тварин зааненської породи, а у англо-нубійської та альпійської порід дані були більшими, відповідно на 15,0 % ($p < 0,01$) і 25,0 % ($p < 0,001$). Виявлено вірогідну різницю у тварин різних порід за температурою тіла, де мінімальний показник ($p < 0,01$) порівняно із зааненськими козами був у англо-нубійської породи в зимовий період. Найнижчу частоту дихання у англо-нубійців спостерігали в літній період ($p < 0,01$), а частоту пульсу – у весняний ($p < 0,01$). У альпійської породи частота пульсу була мінімальною у літній ($p < 0,01$) та осінній періоди ($p < 0,05$). Дослідження особливостей тілобудови козематок показали, що висота в холці порівняно із зааненськими тваринами була максимальна у англо-нубійських кіз на 5,8 % ($p < 0,01$), мінімальною – у альпійських тварин на 3,9 % ($p < 0,05$). Висота у крижах була вищою у альпійських кіз – 15,4 % ($p < 0,001$) та у англо-нубійських 2,6 % ($p < 0,05$) відносно зааненської породи. Виявлено, що козематки англо-нубійської породи кіз перевищували інших досліджуваних тварин за показниками глибини грудей ($p < 0,001$), косою довжиною тулуба ($p < 0,001$), обхватом грудей ($p < 0,001$), масою тіла ($p < 0,01$).

Ключові слова: кози, адаптація, біологічні показники, морфометричні показники, альпійська, зааненська, англо-нубійська породи.

Вступ

Нині проблема харчування населення є однією з найважливіших. Життя людини, його здоров'я та функціональний стан неможливі без повноцінного харчування, тобто без забезпечення організму всіма необхідними поживними речовинами: білками, жирами, вуглеводами, вітамінами, макро- та мікроелементами. Щоб усунути дефіцит зазначених компонентів у раціоні, необхідно функціональне харчування для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту, нервової та серцево-судинної систем [1–7]. Нестача тваринного білка, який відрізняється високою біологічною цінністю, призводить до порушення балансу в організмі, а саме – до розпаду білків органів та тканин, зниження імунітету. Одним із важливих джерел білка від тварини є молоко та молочні продукти.

Козяче молоко є перспективною сировиною та об'єктом функціонального харчування. Одна з переваг козиного молока – висока і легка перетравність – 96% проти 67–92% – у коров'ячого. Позитивними властивостями козячого молока порівняно з коров'ячим є гіпоалергенна форма молочного білка – казеїну, наявність дрібнодисперсного молочного жиру, який легше засвоюється, а також більше вітамінів А, С, В₁, В₂, РР, β-каротину, кальцію, фосфору, магнію, кобальту, поліненасичених кислот [8–15].

В останні два десятиліття для створення молочного козівництва до країни поставляють різні породи імпортих високомолочних кіз – зааненської, альпійської, нубійської, тоггенбурзької та інші. Важливим складником для розміщення цих тварин у різних регіонах країни є оцінка їх адаптаційних якостей. Відомо, що клінічні та гематологічні показники тварин при їх адаптації до різних умов можна використовувати в селекції для збільшення продуктивності тварин, звівши до мінімуму вплив довкілля, перебування у якому може призвести до стресу та інших небажаних і явищ [16–21]. Отже, дослідження адаптаційних можливостей кіз зааненської, альпійської та англо-нубійської порід до акліматизації при зміні умов середовища є актуальним і становить науковий і практичний інтерес.

Таблиця 1

Добовий ритм поведінки козематок (n=5)

Показники	Порода		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Стоять всього, хв	135,7±0,19***	140,5±0,50***	172,4±2,25
Споживання корма в стайні, хв	45,5±1,40	43,5±1,38	43,6±1,75
Жуйка, хв	240,5±5,39***	230,5±4,23***	205±4,47
Випас, хв	360,0	360,0	360,0
Лежать, хв	260,0±7,07	250,5±5,83	255,5±6,23
Рухова активність, хв	375,0±8,66	390,0±7,58	380,0±3,54
П'ють в день, хв	11,5±0,27**	12,5±0,35***	10,0±0,35
Доїння, хв	12,0±0,55	13,0±0,71	13,5±0,67
Загальний час, хв	1440	1440	1440

Примітки: ** – p<0,01, *** – p<0,001 – порівняно із зааненською породою кіз.

У цій і наступних таблицях: зааненська порода – контрольна група, англо-нубійська та альпійська – дослідні групи.

Мета дослідження

Метою дослідження було встановити інтер'єрні і екстер'єрні особливості у кіз різних порід.

Для досягнення мети потрібно було розв'язати такі завдання: виявити добові ритми поведінки козематок; дослідити біологічні показники; встановити морфометричні показники кіз різних порід; визначити показники статури кіз.

Матеріали і методи

Для досліджень були сформовані три групи кіз: перша – козематки зааненської породи, друга – англо-нубійської породи, третя – альпійської породи. Кількість тварин у групах по 15 голів. Оцінку показників проводили у тварин віком 3–4-х років у різні сезони року. У процесі досліджень визначили такі інтер'єрні показники: температуру тіла – ректально термометром, частоту пульсу – за кількістю серцевих ударів за хвилину на стегновій артерії, кількість дихальних рухів за хвилину – шляхом підрахунку коливань грудної клітки за актом вдиху при спокійному стані тварин. Показники екстер'єру – за допомогою мірної стрічки, масу тіла із використанням вагів.

Результати та їх обговорення

Однією з важливих ознак адаптації завезених кіз до інших кліматичних умов є поведінка тварин, що виражається у тривалості циркадних ритмів, частоті споживання корму, пережовуванні, відпочку і фізичній активності.

Дослідження поведінки козематок при пасовищно-стійловій системі утримання свідчать про те, що етолого-клінічні показники варіюють залежно від породи (табл. 1). Так, статичними виявилися тварини зааненської породи, вони більш тривалий період стояли, а більш рухливими були тварини альпійської та нубійської порід, відповідно на 21,0 % (p<0,001) і 18,5 % (p<0,001). Час споживання корму у стайні у зааненської і альпійської порід був приблизно однаковим, тоді як у козематок англо-нубійської породи цей показник перевищував на 4,3%.

Встановлено мінімальний термін тривалості жуйки у кіз зааненської породи, тоді як у тварин англо-нубійської і альпійської порід цей процес тривав довше, відповідно на 17,3 % ($p<0,001$) та 12,4 % ($p<0,001$).

Показники часу, який козематки лежали протягом доби, був лабільним. При цьому мінімальні затрати часу на споживання води були у тварин зааненської породи, тоді як у тварин англо-нубійської та альпійської порід були більшими, відповідно на 15,0 % ($p<0,01$) і 25,0 % ($p<0,001$).

Таблиця 2

Біологічні показники кіз різних порід (n=5)

Показники	Пора року	Температура повітря зовні, °C	Порода		
			англо-нубійська	альпійська	зааненська
Температура тіла, °C	Зима	-15,0	38,42±0,18**	38,88±0,12	39,04±0,12
	Весна	+14	39,08±0,17	39,25±0,20	39,28±0,16
	Літо	+28,0	39,28±0,19	39,23±0,12	39,58±0,14
	Осінь	+20,0	39,24±0,17	39,23±0,15	39,36±0,11
Частота дихання за одну хв.	Зима	-15,0	17,00±0,32	17,75±0,43	17,80±0,37
	Весна	+14	19,40±0,24	19,50±0,26	19,60±0,40
	Літо	+28,0	20,60±0,51**	21,50±0,26	22,20±0,37
	Осінь	+20,0	18,20±0,37	18,25±0,43	19,80±0,30
Частота пульсу за 1 хв.	Зима	-15,0	72,20±0,73	70,75±0,43	71,70±0,51
	Весна	+14	77,60±0,93**	79,75±0,43**	81,20±0,37
	Літо	+28,0	81,20±0,73	80,25±0,43**	82,60±0,51
	Осінь	+20,0	71,80±0,80*	72,75±0,43	74,40±0,81

Примітка: ** – $p<0,01$, * – $p<0,05$ – порівняно із зааненською породою кіз.

Виявлено, що температура тіла у зимовий період у тварин зааненської та альпійської порід були максимально наближеними, тоді як у козематок англо-нубійської порід цей показник був найнижчим – на 1,58 % ($p<0,01$).

Результати досліджень не встановили істотної різниці між показниками температури тіла у весняний і осінній період, у тварин зааненської, альпійських, англо-нубійської порід.

Частота дихання у козематок зааненської і альпійської порід у зимовий період переважала англо-нубійську породу на 4,5 %.

У літній період частота дихання була найвищою у тварин зааненської породи, ніж у англо-нубійських та альпійських тварин відповідно, на 7,2 % ($p<0,01$) та 3,1 %. Восени цей показник у представників першої породи був вищим відносно другої і третьої порід, відповідно на 8,0 % та 8,08 %.

Основними складниками частоти дихання є рівень метаболічних процесів, що відбуваються в організмі,

На процес доїння зааненської козематки було затрачено найбільше часу, тоді як у кіз англо-нубійської ці показники були найменші, що становило 11,1 %, та було пов'язано з більш високими показниками надою у перших тварин.

Дослідження біологічних показників кіз за сезонами року показало, що всі, із досліджуваних показників, цілком відповідають фізіологічним нормам, що притаманні для даного виду тварин (табл. 2)

температури довкілля, м'язового навантаження, фізіологічного стану та продуктивності тварин.

З'ясовано, що у весняний період найбільша частота пульсу була у кіз зааненської породи порівняно з англо-нубійськими та альпійськими козами, що відповідно складає 4,4 % ($p<0,01$) та 1,7 % ($p<0,01$). У літній період найбільша різниця за цим показником спостерігалась між зааненською та альпійської породами, що становило 2,8 % ($p<0,01$). У осінній період частота пульсу була найвищою у зааненських кіз, найменшою у англо-нубійських тварин, що складає 3,4 %, і на 2,2 % ($p<0,05$).

Екстер'єрні особливості козематок, що характеризують конституцію, стан здоров'я та продуктивність, вивчали на основі промірів тіла (табл. 3). Виявлено, що висота в холці порівняно із зааненською породою була максимальною у англо-нубійських кіз, що складало 5,8 % ($p<0,01$), і найнижчою у альпійських тварин – на 3,9 % ($p<0,05$).

Таблиця 3

Морфометричні проміри тіла козематок (n=5)

Морфометричні проміри	Порода		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Висота в холці, см	79,86±0,75**	72,48±0,81*	75,44±0,75
Висота в крижах, см	80,96±0,43*	70,18±0,76***	82,92±0,65
Глибина грудей, см	32,06±0,72*	31,68±0,71	30,18±0,33
Ширина грудей, см	19,84±0,47***	18,83±0,60	18,18±0,40
Ширина в маклоках, см	15,02±0,12	14,60±0,12	14,70±0,17
Коса довжина тулуба, см	80,64±0,42***	79,60±0,12	79,68±0,19
Обхват грудей за лопатками, см	81,26±0,11***	79,28±0,26	79,80±0,25
Обхват п'ясти, см	7,8±0,16	8,50±0,18**	7,73±0,11
Маса, кг	62,20±0,27**	58,45±0,41	59,10±0,68

Примітка: *** – $P<0,001$, ** – $p<0,01$, * – $p<0,05$ – порівняно із зааненською породою кіз.

Доведено, що висота у крижах максимального рівня була у зааненських тварин, ніж у альпійських кіз, що становило різницю 15,4 % ($p < 0,001$), та англо-нубійських – 2,6 % ($p < 0,05$). До того ж показник глибини грудей був найменшим у зааненських кіз відносно англо-нубійських та альпійських порід даний показник був меншим, відповідно на 6,2 % ($p < 0,01$) та 4,9 %. Таку закономірність спостерігали і за промірами ширини грудей, де найменший промір був у зааненських кіз, тоді як у англо-нубійської та альпійської порід показники були більшими, відповідно на 9,1 % ($p < 0,001$) та 3,5 %. Коса довжина тулуба у зааненців та альпійців не складала істотної різниці, а у англо-нубійських кіз показник був більшим на 1,2 % ($p < 0,001$).

Виміри обхвата грудей за лопатками були максимально наближеними, проте у англо-нубійських

тварин він був максимальним, що складало 1,8 % ($p < 0,001$).

Величина промірів обхвата п'ясти в англо-нубійських та зааненських кіз не складав істотної різниці, а у кіз альпійської породи він був найвищим на 9,9 % ($p < 0,01$). Спостерігали вірогідну різницю за масою, де максимальний показник був у англо-нубійських кіз, а мінімальний у альпійських – 5,2 % ($p < 0,01$).

На основі взятих вимірів статей тіла кіз були розраховані індекси тілобудови, що висвітлені в таблиці 4. За індексами розміру грудей та збитості між козематками різних порід істотної різниці не виявлено. Однак за індексом довгоногості показники зааненських та англо-нубійських тварин були максимально наближеними, у альпійських кіз ця величина була найнижчою, що склало 6,4 %.

Таблиця 4

Показники статури кіз

Індекси тілобудови	Порода		
	англо-нубійська	альпійська	зааненська
Довгоногість, %	59,85	56,04	59,9
Розтягнутість, %	100,9	109,8	105,6
Грудний, %	61,88	59,43	60,23
Збитість, %	100,76	99,59	100,15
Кістлявість, %	9,76	11,72	10,24
Тазо-грудний, %	132,09	128,97	123,67
Масивність, %	101,75	109,38	105,77

Індекс розтягнутості порівняно із зааненськими тваринами, найменший показник був у англо-нубійських кіз, а максимальний – у альпійців, де різниця становить, відповідно 4,4 % та 3,9 %.

Індекс кістлявості порівняно із зааненськими козами був більшим у англо-нубійських – 4,6 % та альпійських кіз – 14,4 %. Тазо-грудний індекс був мінімальним у зааненських кіз, тоді як у нубійців та альпійців ці показники перевищували, відповідно на 6,8 % та 4,2 %. Індекс масивності максимальним був у альпійських тварин – 3,4 %, а найменший у англо-нубійських – 3,8 %.

Виявлені біологічні показники, які визначають молочну чи м'ясну продуктивність за порідною належністю, підтверджують результати дослідження у зааненських кіз автори Maksimović, et al., 2023 [22]; альпійських: Maksimović, et al., 2015 [23]; англо-нубійських: Ferreira, et al., 2013 [24].

Виявлені особливості до адаптації у кіз, що проявляються у різних фізіологічних показниках (частота пульсу, дихання, температура тіла), співвідносяться із дослідженнями Farias Machado, et al., 2019 [25]. Виявлена міжпорідна різниця за екстерними і інтерними показниками у кіз окремих порід очевидно обумовлена генетичними особливостями: здатності до синтезу тригліцеридів (DGAT1) [26], фракції молочних білків (CSN1S2) [27], співвідношенні молочно-ліпідних крапель (BTNA1) [28], що проявляється в їх подальшій продуктивності.

Висновки

1. Встановлено, що поведінка козематок в умовах пасовищно-стійлової системи варіює залежно від породи. Більш статичними виявилися тварини зааненської породи, вони більш тривалий період стояли. Більш рухливими були тварини альпійської та нубійської порід, відповідно на 21,0 % ($p < 0,001$) і 18,5 % ($p < 0,001$). Час споживання корму у стайні у зааненської і альпійської порід були максимальними. Мінімальний термін тривалості жуйки виявлено у тварин зааненської породи, тоді як у англо-нубійської і альпійської породи цей процес тривав довше, відповідно на 17,3 % ($p < 0,001$) та 12,4 % ($p < 0,001$). Мінімальні затрати часу на споживання води спостерігали у тварин зааненської породи, а у англо-нубійської та альпійської порід дані були більшими, відповідно на 15,0 % ($p < 0,01$) і 25,0 % ($p < 0,001$).

2. Виявлено вірогідну різницю у тварин різних порід за температурою тіла, де мінімальний показник ($p < 0,01$) порівняно із зааненськими козами був у англо-нубійської породи у зимовий період. Найнижчу частоту дихання у англо-нубійців спостерігали в літній період ($p < 0,01$), а частота пульсу – у весняний ($p < 0,01$). У альпійської породи частота пульсу була мінімальною у літній ($p < 0,01$) та осінній періоди ($p < 0,05$).

3. Результати досліджень особливостей тілобудови козематок показали, що висота в холці порівняно із зааненськими тваринами була максимальна у англо-нубійських кіз на 5,8 % ($p < 0,01$), мінімальною у альпійських тварин – на 3,9 % ($p < 0,05$). Висота у крижах була вище у альпійських кіз 15,4 % ($p < 0,001$) та у англо-нубійських 2,6 % ($p < 0,05$) відносно

зааненської породи. З'ясовано, що козematки англо-нубійської породи перевищували інших тварин за показниками глибини грудей ($p < 0,001$), косою довжиною тулуба ($p < 0,001$), обхватом грудей ($p < 0,001$), масою тіла ($p < 0,01$).

Перспективи подальших досліджень будуть полягати у вивченні молочної продуктивності і якості молока кіз англо-нубійської, альпійської та зааненської порід.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Yadav, A. K., Singh, J., & Yadav, S. K. (2016). Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35 (2), 96–102. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i2.10719>
2. Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., & Meza-Herrera, C. (2012). Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health and Production*, 45 (1), 17–34. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0246-6>
3. Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51 (2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
4. Haenlein, G. F. W. (1996). Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. *Proceedings of the IDF/CIRVAL Seminar Production and Utilization of Ewe and Goat Milk, vol. 9603*. (pp. 159–178). Crete, Greece, Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
5. Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., & Doreau, M. (2007). Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109 (8), 828–855. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700080>
6. Currò, S., De Marchi, M., Claps, S., Salzano, A., De Palo, P., Manuelian, C. L., & Neglia, G. (2019). Differences in the detailed milk mineral composition of Italian local and Saanen goat breeds. *Animals*, 9 (7), 412. <https://doi.org/10.3390/ani9070412>
7. Gaucheron, F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 45 (4), 473–483. <https://doi.org/10.1051/rnd:2005030>
8. Salama, A. A. K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Façanha, D. A. E., Guilhermino, M. M., & Bozzi, R. (2014). Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 121 (1), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.021>
9. Shkolni, A., & Choshniak, I. (1985). Physiological response and productivity of goat. *Stress Physiology in Livestock*, 357–358.
10. Sarangi, S. (2018). Adaptability of goats to heat stress: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 7 (4), 1114–1126.
11. Alam, M. M., Hashem, M. A., Rahman, M. M., Hossain, M., Haque, Sobhan, Z., & Islam (2013). Effect of heat stress on behavior, physiological and blood parameters of goat. *Progressive Agriculture*, 22, 37–45. <https://doi.org/10.3329/pa.v22i1-2.16465>
12. Upadhyay, R. C., & Rao, M. V. N. (1985). Haematological and biochemical constituents of blood in goats up to the one year age. *Indian Journal of Dairy Science*, 38 (3), 168–173.
13. Toral, P. G., Chilliard, Y., Rouel, J., Leskinen, H., Shingfield, K. J., & Bernard, L. (2015). Comparison of the nutritional regulation of milk fat secretion and composition in cows and goats. *Journal of Dairy Science*, 98 (10), 7277–7297. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9649>
14. Ceballos, L. S., Morales, E. R., de la Torre Adarve, G., Castro, J. D., Martínez, L. P., & Sampelayo, M. R. S. (2009). Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22 (4), 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.020>
15. Dewhurs, R., Shingfield, K., Lee, M. R. F., & Scollan, N. (2006). Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high forage systems. *Animal Feed Science and Technology*, 131 (3–4), 168–206. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2006.04.016>
16. Silanikove, N. (2000). The Physiological Basis of Adaptation in Goats to Harsh Environments. *Small Ruminant Research*, 35 (3), 181–193. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00096-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00096-6)
17. Darcan, N., Cedden, F., & Cankaya, S. (2008). Spraying effects on some physiological and behavioural traits of goats in a subtropical climate. *Italian Journal of Animal Science*, 7 (1), 77–85. <https://doi.org/10.4081/ijas.2008.77>
18. Attia, N. E. S. (2016). Physiological, Hematological and biochemical alterations in heat stressed goats. *Benha Veterinary Medical Journal*, 31 (2), 56–62.
19. Koluman, N., Boga, M., Silanikove, N., & Gorgulu, M. (2016). Performance and eating behaviour of crossbred goats in mediterranean climate of Turkey. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45 (12), 768–772. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902016001200006>
20. Finch, V. A. (1986). Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*, 62 (2), 531–542.
21. Phulia, S. K., Upadhyay, R. C., Jindal, S. K., & Misra, R. P. (2010). Alteration in surface body temperature and physiological responses in Sirohi goats during day time in summer season. *Indian Journal of Animal Science*, 80 (4), 340–342.
22. Maksimović, N., Cekić, B., Čosić, I., Ružić Muslić, D., Caro Petrović, V., Stojiljković, N., & Stanišić, N. (2023). Discriminant analysis approach in morphometric differentiation and characterization of Serbian autochthonous goats. *Animals*, 13 (12), 1952. <https://doi.org/10.3390/ani13121952>
23. Maksimović, N., Bauman, F., Petrović, M. P., Petrović, V. C., Ružić Muslić, D., Mičić, N., & Milošević-Stanković, I. (2015). Productive characteristics and body measurements of alpine goats raised under smallholder production systems in central Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31 (2), 245–253. <https://doi.org/10.2298/BAH1502245M>
24. Ferreira, T. A., Pereira, I. G., Gouveia, A. M. G., Pires, A. V., Facó, O., Meira, C. T., Garcia, I. F. F., & Guimarães, M. P. S. L. M. de P. (2013). Morphological traits and type of dairy goats registered in Brazil from 1976 to 2009. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 42 (12), 857–861. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013001200004>
25. Farias Machado, N. A., Filho, J. A. D. B., de Oliveira, K. P. L., Parente, M. D. O. M., de Siqueira, J. C., Pereira, A. M., Santos Sousa, S. J. M., Rocha, K. S., de Souza Viveiros, K. K., & Costa, C. D. S. (2020). Biological rhythm of goats and sheep in response to heat stress. *Biological Rhythm Research*, 51 (7), 1044–1052. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1573459>
26. He, C., Wang, C., Chang, Z. H., Guo, B. L., Li, R., Yue, X. P., Lan, X. Y., Chen, H., & Lei, C. Z. (2011). AGPAT6 polymorphism and its association with milk traits of dairy goats. *Genetics and Molecular Research: GMR*, 10 (4), 2747–2756. <https://doi.org/10.4238/2011.November.4.8>
27. Vacca, G. M., Dettori, M. L., Piras, G., Manca, F., Paschino, P., & Pazzola, M. (2014). Goat casein genotypes are associated with milk production traits in the Sarda breed. *Animal Genetics*, 45 (5), 723–731. <https://doi.org/10.1111/age.12188>
28. Dong, Y., Zhang, X., Xie, M., Arefnezhad, B., Wang, Z., Wang, W., Feng, S., Huang, G., Guan, R., Shen, W., Bunch, R., McCulloch, R., Li, Q., Li, B., Zhang, G., Xu, X., Kijas, J. W., Salekdeh, G. H., Wang, W., & Jiang, Y. (2015). Reference genome of wild goat (*capra aegagrus*) and sequencing of goat breeds provide insight into genetic basis of goat domestication. *BMC Genomics*, 16 (1), 431. <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1606-1>

ORCID

Y. Karban  <https://orcid.org/0000-0003-3384-9927>



© 2024 Karban Y. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Evaluation of young pigs of different genotypes by breeding indexes and growth indicators

T. Sukhno✉

Article info

Correspondence Author

T. Sukhno

E-mail:

taras.sukhno@gmail.com

Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Shvedska Mohyla Str., 1, Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Sukhno, T. (2024). Evaluation of young pigs of different genotypes by breeding indexes and growth indicators. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 95–100. doi: 10.31210/spi2024.27.01.16

The article examines the influence of the interaction between the genotype of the DNA marker of the melanocortin 4 gene and the level of feeding of young pigs on its growth and development. The purpose of the work is to determine the breeding value of young pigs with different genotypes according to the DNA marker of the melanocortin 4 receptor gene under different types of feeding. To achieve the goal, the following tasks were performed: typing of young breeding pigs was carried out according to the MC4R marker; indicators of the age of reaching 100 kg live weight, average daily gains, relative gains and fat thickness at the level of the 6-7 thoracic vertebra were investigated, the experimental young pigs were evaluated using selection indices and the indicators of the intensity of formation, growth tension and uniformity of growth indices were calculated. For genetic studies, 50 blood samples were taken from F1 pigs of a two-breed combination (Large White × Landrace), pigs of experimental groups with an increased level of feeding received 10 % more energy and 12 % more crude protein in their daily diet. It was found that the feeding factor has a significant effect on the age at which experimental pigs reach 100 kg live weight ($F=7.04$; $p=0.011$). A significant influence of both the feeding factor ($F=11.97$; $p=0.001$) and the interaction of two organized factors: genotype and feeding ($F=7.96$; $p=0.007$) was established. According to the selection index of Berezovsky, a significant influence of each studied factor was recorded separately (feeding – $F=5.80$, $p=0.02$; genotype – $F=12.85$, $p=0.001$) and their interaction ($F=8.56$, $p=0.005$). A significant influence of the genotype of experimental pigs was established on Tyler's breeding index ($F=22.31$, $p<0.001$). Moreover, the best results were recorded in the group of pigs with the GG genotype that received an increased diet. Their advantage over counterparts with the GA genotype amounted to 6.6 units, or 4.34 % ($p=0.015$), and over pigs with the GA genotype that received a limited diet – 9.2 units, or 6.12 % ($p=0.001$). It was established that the average daily growth of young breeding animals at the age of 2 to 6 months is reliably influenced by the interaction of genetic factors with the level of feeding ($F=7.96$; $p=0.007$), which indicates the feasibility of adjusting rations depending on the genotype by DNA marker MC4R c.1426 G>A SNP. Indices of tension and uniformity of growth were the lowest in the group of pigs with the MC4R GA genotype under normalized feeding. This group was also distinguished by the lowest average daily gains and the worst values of selection indices, which may indicate the expediency of using indicators of tension and uniformity of growth for pre-selection of the best animals at the stage of early ontogenesis.

Keywords: pig, feeding, melanocortin 4 receptor gene, backfat thickness, average daily gain, intensity of formation, growth tension.

Оцінка молодняку свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту

T. В. Сухно

Інститут свинарства і агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук, м. Полтава, Україна

У статті досліджено вплив взаємодії генотипу за ДНК-маркером гену меланокортину 4 та рівня годівлі молодняку свиней на його ріст та розвиток. Мета роботи полягає у визначенні племінної цінності молодняку свиней з різними генотипами за ДНК-маркером гену рецептора меланокортину 4 за різних типів годівлі. Для досягнення поставленої мети були виконані наступні завдання: проведено типування ремонтних свинок за маркером MC4R; досліджено показники віку досягнення живої маси 100 кг, середньодобових приростів, відносних приростів та товщини шпиків на рівні 6-7 грудного хребця, проведено оцінку піддослідного молодняку свиней за використанням селекційних індексів та розраховано показники інтенсивності формування, індекси напруги та рівномірності росту. Для генетичних досліджень було відібрано 50 зразків крові від свиней F1 двопородного поєднання (Велика біла × Ландрас), свині дослідних груп з підвищеним рівнем годівлі отримували в добовому раціоні на 10 % більше енергії та на 12 % більше сирого протеїну. Було встановлено що фактор годівлі достовірно впливає на вік досягнення піддослідними свинями живої маси 100 кг ($F=7,04$; $p=0,011$). На середньодобові прирости піддослідних тварин в період вирощування з 2 до 6 місяців було встановлено достовірний вплив як фактору годівлі ($F=11,97$; $p=0,001$) так і взаємодії двох організованих факторів: генотипу та годівлі ($F=7,96$; $p=0,007$). За селекційним індексом Березовського зафіксовано достовірний вплив як кожного досліджуваного фактора окремо (годівля – $F=5,80$, $p=0,02$; генотип – $F=12,85$, $p=0,001$) так і їх взаємодії ($F=8,56$, $p=0,005$). На селекційний індекс Тайлера було встановлено достовірний вплив генотипу піддослідних свиней ($F=22,31$, $p<0,001$). При чому найкращі результати були зафіксовані у групі свиней з генотипом GG, що отримували підвищений раціон. Перевага їх над аналогами з генотипом GA склала 6,6 одиниць, або 4,34 % ($p=0,015$), а над свинями з генотипом GA, що отримували обмежений раціон – 9,2 одиниці, або 6,12 % ($p=0,001$). Було встановлено, що на середньодобові прирости ремонтного молодняку у віці з 2 до 6 місяців достовірно впливає взаємодія генетичних факторів з рівнем годівлі ($F=7,96$; $p=0,007$), що вказує на доцільність коригування раціонів в залежності від генотипу за ДНК-маркером MC4R c.1426 G>A SNP. Індекси напруги та рівномірності росту були найнижчими у групі свиней з генотипом MC4R GA при нормованій годівлі. Дана група також відрізнялась найнижчими середньодобовими приростами та гіршими значеннями селекційних індексів, що може вказувати на доцільність використання показників напруги та рівномірності росту для попереднього відбору кращих тварин на етапі раннього онтогенезу.

Ключові слова: свині, годівля, ген рецептора меланокортину 4, товщина шпиків, середньодобовий приріст, інтенсивність формування, напруга росту.

Бібліографічний опис для цитування: Сухно Т. В. Оцінка молодняку свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 95–100.

Вступ

Виробництво свинини займає значну частку м'ясного балансу країни та відіграє важливу роль у формуванні ринку м'ясних продуктів. Свинарство залишається однією з найбільш перспективних галузей у формуванні продовольчої безпеки країни та задоволенні внутрішнього попиту на м'ясні продукти, вироблені в нашій країні [1–3]. Для ефективного ведення галузі свинарства необхідно забезпечити продуктивне вирощування молодняку свиней на ранніх етапах їх онтогенезу, що є одним з найбільш складних питань у галузі свинарства [4–6]. Від швидкості росту та інтенсивності формування ремонтного та товарного молодняку залежить ефективність їх подальшого продуктивного використання як племінних тварин, або ефективність їх подальшої відгодівлі у товарному свинарстві. Відставання на початкових етапах розвитку, може бути лише в деякій мірі вирівняне за рахунок компенсаторного росту, проте досягти повноцінного заміщення втрачених приростів практично неможливо [5–8]. Ріст і розвиток молодняку свиней, також як і відтворювальна продуктивність основного поголів'я залежить від генетичних і паратипових факторів [9–11].

Генетичні фактори можуть досліджуватись як вплив сумарного (адитивного) генотипу тварин в межах певної генетичної групи, таких як порода, лінія тощо [12–15]. Проте, більш правильним, на думку ряду науковців [16–18] є дослідження впливу генетичних факторів за окремими генами та ДНК-маркерами. Серед генетичних маркерів, що представляють інтерес для галузі свинарства досить добре дослідженим є *MC4R* с.1426 G>A SNP (ген рецептора меланокортина 4), який асоціюється із харчовою поведінкою, величиною середньодобових приростів та товщиною шпигу свиней [19, 20].

За однакових умов навколишнього середовища ефективність росту та повноцінність розвитку поросят значною мірою визначається генотипом тварин [21, 22]. Однак рівень реалізації генетичного потенціалу залежить від того, якими саме є ці умови середовища [23, 24]. Вплив взаємодії між генетичними задатками свиней (генотип) та зовнішніми факторами (годівля, умови утримання тощо), не зважаючи на досить тривалу історію досліджень за даною темою, на даному етапі розвитку аграрної науки вивчено ще недостатньо, що підтверджується значною кількістю наукових робіт, у яких розкриваються нові аспекти зазначеної проблематики [24–26].

У свинарстві, останнім часом, стала загальноприйнятною думка, що свині різних порід, особливо, якщо вони характеризуються різним типом продуктивності, потребують різних підходів до годівлі [27, 24, 28]. Технологія годівлі є складним процесом, оскільки на неї впливає багато чинників, окрім поживності та складу раціону. У числі паратипових факторів, що впливають на продуктивність свиней, годівля займає перше місце, оскільки добре відомо, що вона на 60–70 % визначає продуктивність свиней у капіталомістких сучасних господарствах [29, 30].

Таким чином, дослідження впливу взаємодії двох найбільш значущих у галузі свинарства факторів (генотип і годівля) на ріст і розвиток молодняку свиней є актуальним питанням галузі і сприятиме підвищенню ефективності виробництва.

Мета дослідження

Мета нашої роботи полягає у визначенні племінної цінності молодняку свиней з різними генотипами за ДНК-маркером гену рецептора меланокортина 4 за різних типів годівлі.

Матеріали і методи

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання: провести типування ремонтних свинок за маркером *MC4R*; сформувані піддослідні групи залежно від генотипів та дослідити у піддослідних свиней показники віку досягнення живої маси 100 кг, середньодобових приростів, відносних приростів та товщини шпигу на рівні 6–7 грудного хребця. Оцінити піддослідний молодняк за використання селекційних індексів та розрахувати показники інтенсивності формування, індекси напруги та рівномірності росту.

Для генетичних досліджень було відібрано 50 зразків крові від свиней F1 двопородного поєднання (Велика біла × Ландрас) стада ферми «Максі 2010», розташованої в Полтавській області. Тварин аналізували за геном рецептора меланокортину 4, в атестованій лабораторії Інституту свинарства та агропромислового виробництва. За допомогою «Chelex 100» (Bio-Rad Laboratories, Inc., США) геномну ДНК екстрагували з 200 мкл крові [31]. Для типування ДНК використовувався метод ПЛР-ПДРФ [32]. Фрагмент гена *MC4R* (*MC4R* / SNP с.1426 G>A / 2-й екзон / номер доступу NCBI rs 178554175 / Asp >Asn), що складається з 220 пар нуклеотидів, був ампліфікований за допомогою пари специфічних праймерів: F: 5'-TGATTCAGGATCTATTGCTACTA -3' і R: 5'-TATACTGTCGCTTGTGCTTAAG -3' [33]. Реакції ПЛР проводили у 25 мкл суміші, що містила 10–100 мг геномної ДНК, 200 нМ прямого та зворотного праймерів, 2,5 мМ MgCl₂, 0,25 мМ кожного з dNTP та одну одиницю рекомбінантної Taq ДНК. Полімераза (Thermoscientific, ЄС). Програма ПЛР-ампліфікації: 95 °С – 2 хвилини; 30 циклів: 95 °С – 30 с, відпал праймерів 52 °С – 30 с, 72 °С – 105 с; 72 °С – 7 хв. ПЛР проводили в термоциклері «Терцик-2» (DNA Technology, РФ). Фрагмент ампліфікації гена *MC4R* рестрикували ферментом Taq I (Thermo Fisher Scientific, Литва) при 65 °С – 3 години, що викликало появу рестрикційних фрагментів, що відповідають таким генотипам гена *MC4R*: AA – 220 п.н., AG – 220, 150, 70 п.н., GG: 150, 70 п.н.

За результатами ДНК-типування за ДНК-маркером *MC4R* с.1426 G>A SNP (AA – 3 тварини, GA – 17 тварин, GG – 30 тварин) свині були розподілені на групи з підвищеним та обмеженим рівнем годівлі, як це представлено у таблиці 1.

Три тварини з генотипом AA були виведені з досліджу, оскільки даної кількості недостатньо, щоб розділити їх на дві групи. Для подальших досліджень використовували лише свиней з генотипами GA та GG.

Таблиця 1

Схема розподілу тварин на дослідні групи, голів

Рівень годівлі	Генотип за ДНК-маркером MC4R с.1426 G>A SNP	
	GA	GG
Підвищений рівень	15 (I група)	8 (II група)
Відповідно до норм	15 (III група)	9 (IV група)

Піддослідних свиней годували повнораціонними збалансованими комбікормами згідно з нормами годівлі племінних тварин [34]: свинки двох груп отримували обмежений раціон відповідно до норм, який змінювався залежно від живої маси тварин: після відлучення, при живій масі 20–30 кг згодовували комбікорм, що містив за добу 17,6 МДж обмінної енергії, 1,26 кг сухої речовини, 239 г сирого протеїну та 12,4 г лізину; при тій же живій масі група, яка отримувала посилене харчування, споживала 19,4 МДж, 1,39 кг, 263 г і 13,6 г обмінної енергії та поживних речовин на добу відповідно. За весь період вирощування свині дослідних груп з високим рівнем годівлі отримували в добовому раціоні на 10 % більше енергії та на 12 % більше сирого протеїну. За період вирощування від 90 до 130 кг живої маси тварини груп з обмеженою годівлею отримували в середньому за добу 29,8 МДж обмінної енергії, 2,40 кг сухої речовини, 384 г сирого протеїну та 20,4 г лізину; тварини з груп посиленого раціону споживали за добу відповідно 32,8 МДж обмінної енергії, 2,64 кг сухої речовини, 422 г сирого протеїну та 22,4 г лізину.

За результатами вирощування свинок було проведено їх оцінювання за селекційними індексами:

Таблиця 2

Племінна цінність за приростами та селекційними індексами свиней різних генотипів за MC4R с.1426 G>A SNP ($x \pm Se$)

Показник	Високий рівень годівлі		Обмежений рівень годівлі	
	GA	GG	GA	GG
Група	I	II	III	IV
n	15	9	14	9
Вік досягнення маси 100 кг, днів	199,9±1,84a	202,4±2,06ab	206,3±1,47b	204,4±1,52ab
Середньодобовий приріст з 2 до 6 місяців	0,566±0,0088a	0,557±0,0049a	0,531±0,0024b	0,558±0,0023a
Відносний приріст з 2 до 6 місяців	1,086±0,0122	1,079±0,0077	1,064±0,0045	1,091±0,0076
Товщина шпику на рівні 6-7 грудного хребця, мм	13,77±0,22a	13,17±0,21ab	13,42±0,17a	12,40±0,31b
Індекс Березовського (формула 1)	94,7±0,12a	94,8±0,11a	94,1±0,08b	94,9±0,15a
Індекс Тайлера (формула 2)	152,3±1,54ac	158,9±0,98b	149,8±1,50a	157,3±1,07bc

Примітка: різні літери в межах рядка вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту HSD Tukey.

Зазначені тварини достовірно переважали аналогів з III групи за віком досягнення живої маси 100 кг на 6,4 дні, або 3,18 % ($p=0,035$). На середньодобові прирости піддослідних тварин в період вирощування з 2 до 6 місяців було встановлено достовірний вплив як фактору годівлі ($F=11,97$; $p=0,001$) так і взаємодії двох

1. *Індекс Березовського* для оцінки ремонтного молодняка за енергією росту та товщиною шпику [35, 36]:

$$I = 100 - \frac{K \times B \times C}{A^2}$$

де: K – вік досягнення маси 100 кг, днів;
A – валовий приріст за період вирощування, кг;
B – кількість днів вирощування;
C – товщина шпику на рівні 6–7 ребра, см.

2. *Індекс Тайлера Б.* для оцінки ремонтного молодняка [36]:

$$I = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L),$$

де: K – середньодобовий приріст, кг;
L – товщина шпику, мм.

Показники інтенсивності формування, напруги та рівномірності росту визначали за формулами В. П. Коваленка [37, 38].

Обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica 10 (StatSoft, ЄС). У таблицях наведено середні арифметичні значення та їх стандартні похибки ($x \pm SE$). Достовірність відмінностей між групами оцінювали за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Для оцінки співвідношення міжгрупової та внутрішньогрупової мінливості використовували F-критерій Фішера. Апостеріорний тест Тьюкі HSD використовувався для перевірки достовірності відмінностей у множинних порівняннях. Відмінності вважалися достовірними при $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Було встановлено що фактор годівлі достовірно впливає на вік досягнення піддослідними свинями живої маси 100 кг ($F=7,04$; $p=0,011$). За даним показником найкращі результати було зафіксовано у групі свиней з генотипом GA, які отримували раціон з підвищеним на 10 % вмістом обмінної енергії (табл. 2).

організованих факторів: генотипу та годівлі ($F=7,96$; $p=0,007$). Проте на відносні прирости не було виявлено достовірного впливу організованих факторів, що може вказувати на стабільність характеру інтенсивності формування незалежно від внутрішніх і зовнішніх факторів. За селекційним індексом Березовського

(формула 1) зафіксовано достовірний вплив як кожного досліджуваного фактора окремо (годівля – $F=5,80$, $p=0,02$; генотип – $F=12,85$, $p=0,001$) так і їх взаємодії ($F=8,56$, $p=0,005$).

На селекційний індекс Тайлера (формула 2) було встановлено достовірний вплив генотипу піддослідних свиней ($F=22,31$, $p<0,001$). При чому найкращі результати були зафіксовані у II групі, тварини якої переважали I групу на 6,6 одиниць, або 4,34 % ($p=0,015$) та III групу на 9,2 одиниці, або 6,12 % ($p=0,001$).

Було встановлено, що з віком відносні прирости знижуються, що узгоджується з результатами отриманими іншими дослідниками [38, 39]. Проте,

в інших дослідженнях [40] було встановлено відмінності у відносних приростах у свиней різних генотипів. Зазначається, що трипородні поросята незалежно від умов утримання та сезонів року більш швидко адаптувалися до умов утримання та годівлі і мали перевагу за швидкістю росту та відносними приростами порівняно із двопродуктивними та чистопродуктивними.

Стверджується, що відмінності в інтенсивності формування впливають на різну енергію росту, а також на відтворну, відгодівельну та м'ясну продуктивність свиней [41]. У наших дослідженнях не було встановлено достовірного впливу організованих факторів на інтенсивність формування (табл. 3).

Таблиця 3

Показники інтенсивності формування, напруги та рівномірності росту у свиней різних генотипів за *MC4R* с.1426 G>A SNP при різному рівні годівлі ($x \pm Se$)

Показник	Високий рівень годівлі		Обмежений рівень годівлі	
	GA	GG	GA	GG
Група	I	II	III	IV
n	15	9	14	9
Інтенсивність формування	0,902 ± 0,0133	0,904 ± 0,0112	0,890 ± 0,0068	0,901 ± 0,0105
Напруга росту	0,470 ± 0,0078a	0,467 ± 0,0055ab	0,444 ± 0,0040b	0,461 ± 0,0043ab
Рівномірність росту	0,298 ± 0,0040a	0,293 ± 0,0036a	0,281 ± 0,0012b	0,294 ± 0,0009a

Примітка: різні літери в межах рядка вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту HSD Tukey.

На противагу, у дослідженнях [42] помісні свині ½ (ВБ×Л) відрізнялися найвищим значенням індексу формування майже у всі вікові періоди, а найнижчим цей показник був у тварин великої білої породи. Це може бути пов'язане, із тим, що швидкий тип формування, який визначається вищим значенням Іф, пов'язаний з меншим відкладанням жиру в туші порівняно з повільним типом. Проте в наших дослідженнях III група, яка відрізнялась найнижчою товщиною шпигу порівняно із I та III групами за інтенсивністю формування не мала переваги, для пояснення чого потрібні додаткові дослідження на більшій кількості поголів'я.

На напруженість росту встановлено достовірний вплив рівня годівлі ($F=8,479$, $p=0,006$), тоді як, достовірного впливу генотипу на даний індекс виявлено не було. Це узгоджується із результатами робіт інших авторів [41], в яких було встановлено, що м'ясні свині порід велика біла датської селекції, ландрас і помісні тварини (велика біла х п'єтрен) відрізняються невеликою напругою росту в період 0–2 місяці (0,120–0,122 одиниці) і ще меншою у тримісячному віці (0,013–0,011 одиниці) і у яких також не було виявлено достовірного впливу генетичних факторів на даний показник. Також і у дослідженнях інших авторів [42] не було встановлено достовірного впливу генотипу на напруженість росту свиней, що узгоджується з нашими результатами. Напротивагу, у дослідженнях [43] на тваринах великої білої породи та гібридах ♀ВБ×♂Л, ♀П×♂Д було встановлено, що поєднання ♀Д×♂П перевершували аналогів та інші дослідні групи за величиною інтенсивності формування та індексу напруги росту. У наших дослідженнях, найнижчим індексом напруженості росту відрізнялась III група, яка поступалась за цим

показником тваринам з аналогічним генотипам, але з підвищеним рівнем годівлі – різниця склала 0,026 одиниці, або 5,46 %.

Індекс рівномірності росту суттєво залежав від фактору годівлі ($F=11,22$, $p=0,002$) та взаємодії генотипу з рівнем годівлі ($F=7,95$, $p=0,007$). Тварини з генотипом GA, які споживали нормований раціон (III група) поступались за цим індексом I, II та IV групам відповідно на 0,017, 0,012, 0,0127 одиниць, або на 5,66, 4,27, 4,52 %.

Висновки

1. На середньодобові прирости ремонтного молодняку у віці з 2 до 6 місяців встановлено вплив взаємодії генетичних факторів з рівнем годівлі ($F=7,96$; $p=0,007$), що вказує на доцільність коригування раціонів в залежності від генотипу за ДНК-маркером *MC4R* с.1426 G>A SNP.

2. Індеси напруги та рівномірності росту були найнижчими у групі свиней з генотипом *MC4R* GA при нормованій годівлі. Дана група також відрізнялась найнижчими середньодобовими приростами та гіршими значеннями селекційних індексів, що може вказувати на доцільність використання показників напруги та рівномірності росту для попереднього відбору кращих тварин на етапі раннього онтогенезу.

Перспективи подальших досліджень будуть полягати у вивченні впливу на показники росту та розвитку молодняку свиней взаємодії факторів годівлі та генотипу за геном рецептора меланкортину 4 на більшому поголів'ї із залученням у дослід свиней із гомозиготним генотипом *MC4R* AA.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Nechmilov, V. M. (2018). Vplyv faktorov sposobu godivli gibridnih svinej na doroshuvanni na yakosti m'ya. *Naukovij Visnik Lvivskogo Nacionalnogo Universitetu Veterinarnoi Medicini ta Biotehnologii im. S. Z. Ghzickogo*, 20 (89), 56–60. [in Ukrainian]
2. Berezovskiy, M., Vashchenko, P., & Vovk, O. (2022). Fattening and meat qualities of hybrids from terminal boars of foreign selection. *Pig Breeding the Interdepartmental Subject Scientific Digest*, 77–78, 9–22. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2022-77-78-01>
3. Berezovskiy, M. D., & Vashchenko, P. (2022). Breeding work with lines and families of the large white breed of pig factory type «Bahachansky». *Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine*, 1 (2), 103–113. <https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.2.2022.103-113>
4. Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 23 (1), 649–659.
5. Pelykh, V. H., Levchenko, M. V., Ushakova, S. V., Pelykh, N. L., & Vashchenko, P. A. (2023). Compensatory growth and piglets weight variability within the litter as breeding criteria for Ukrainian meat pig breed performance. *Agricultural Science and Practice*, 10 (1), 3–11. <https://doi.org/10.15407/agrisp10.01.003>
6. Halak, V., Tsereniuk, O., Gutyj, B., & Bordun, O. (2024). Signs of fattening and meat qualities of young pigs of different intensities of formation in early ontogenesis and the level of their phenotypic consolidation. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 102 (1), 39–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-06>
7. Heyer, A., & Lebret, B. (2007). Compensatory growth response in pigs: effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. *Journal of Animal Science*, 85 (3), 769–778. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-164>
8. Menegat, M. B., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Woodworth, J. C., DeRouchey, J. M., & Goodband, R. D. (2020). A review of compensatory growth following lysine restriction in grow-finish pigs. *Translational Animal Science*, 4 (2), 531–547. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa014>
9. Koketsu, Y., & Dial, G. D. (1997). Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology*, 47 (7), 1445–1461. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)00135-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(97)00135-0)
10. Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., Sukhno, T. V., Saenko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskiy, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (2), 312–318. <https://doi.org/10.15421/022346>
11. Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., Sukhno, T. V., & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317>
12. Franco, D., Carballo, J., Bermúdez, R., & Lorenzo, J. M. (2016). Effect of genotype and slaughter age on carcass traits and meat quality of the Celta pig breed in extensive system. *Annals of Animal Science*, 16 (1), 259–273. <https://doi.org/10.1515/aos-2015-0056>
13. Berezovskij, M. D., & Vashenko, P. A. (2015). Varianti poyednan riznih genotipiv svinej v sistemi gibridizaciyi. *Svinarstvo. Mizhvidomchij Tematichnij Naukovij Zbirnik*, 67, 38–43. [in Ukrainian]
14. Vashchenko, P., Saenko, A., Sukhno, V., Tsereniuk, O., Babicz, M., Shkavro, N., Smolucha, G., & Łuszczewska-Sierakowska, I. (2022). Association of NRAMP1 gene polymorphism with the productive traits of the Ukrainian Large White pig. *Medycyna Weterynaryjna*, 78 (09), 6698–2022. <https://doi.org/10.21521/mw.6698>
15. Vashenko, P. A. (2003). Reproduktyvni yakosti svinej velikoyi biloyi porodi pri poyednanni genotipiv vitchiznyanoi i zarubizhnoyi selekciyi. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*. 1-2, 165–166. [in Ukrainian]
16. Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., Vashchenko, P. A., Khokhlov, A. M., Chereuta, Y. V., Akimov, O. V., & Kryhina, N. V. (2022). The effect of the ryanodine receptor gene on the reproductive traits of Welsh sows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13 (4), 367–372. <https://doi.org/10.15421/022248>
17. Sukhno, V. V., Vashchenko, P. A., Saenko, A. M., Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., & Kryhina, N. V. (2022). Association of Fut1 and Slc11a1 gene polymorphisms with productivity traits of Large White pigs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13 (3), 225–230. <https://doi.org/10.15421/022229>
18. Vashchenko, P. A., Balatsky, V. M., Pocherniaev, K. F., Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., Saenko, A. M., Oliynychenko, Ye. K., Buslyk, T. V., & Rudoman, H. S. (2019). Genetic characterization of the mirgorod pig breed, obtained by analysis of single nucleotide polymorphisms of genes. *Agricultural Science and Practice*, 6, 2, 47–57. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>
19. Zhang, J., Li, J., Wu, C., Hu, Z., An, L., Wan, Y., Fang, C., Zhang, X., Li, J., & Wang, Y. (2020). The Asp298Asn polymorphism of melanocortin-4 receptor (MC4R) in pigs: evidence for its potential effects on MC4R constitutive activity and cell surface expression. *Animal Genetics*, 51 (5), 694–706. <https://doi.org/10.1111/age.12986>
20. Tsereniuk, O. M., Vashchenko, P. A., Khokhlov, A. M., Tsybenko, V. H., Shostia, G. M., Saenko, A. M., Peka, M. Y., & Zhukorskyi, O. M. (2023). Comparative characteristics of polymorphisms of melanocortin 4 and ryanodine 1 receptor genes of Myrhorod pigs before and after the African swine fever outbreak. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (4), 601–608. <https://doi.org/10.15421/022387>
21. Martins, J. M., Fialho, R., Albuquerque, A., Neves, J., Freitas, A., Tirapicos Nunes, J., & Charneca, R. (2020). Portuguese local pig breeds: Genotype effects on meat and fat quality traits. *Animals*, 10 (5), 905. <https://doi.org/10.3390/ani10050905>
22. Óvilo, C., Trakooljul, N., Núñez, Y., Hadlich, F., Murani, E., Ayuso, M., García-Conteras, C., Vázquez-Gómez, M., Rey, A. I., García, F., García-Casco, J. M., López-Bote, C., Isabel, B., González-Bulnes, A., Wimmers, K., & Muñoz, M. (2022). SNP discovery and association study for growth, fatness and meat quality traits in Iberian crossbred pigs. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20817-0>
23. Soleimani, T., Hermes, S., & Gilbert, H. (2021). Economic and environmental assessments of combined genetics and nutrition optimization strategies to improve the efficiency of sustainable pork production. *Journal of Animal Science*, 99 (3), skab051. <https://doi.org/10.1093/jas/skab051>
24. Calta, J., Zadinová, K., Čitek, J., Kluzáková, E., Okrouhlá, M., Stupka, R., Tichý, L., Machová, K., Stratil, A., & Vostrý, L. (2022). Possible effects of the MC4R Asp298Asn polymorphism on pig production traits under ad libitum versus restricted feeding. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 140 (2), 207–215. <https://doi.org/10.1111/jbg.12751>
25. Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Lykhach, A. V., Kramarenko, A. S., Lykhach, V. Ya., & Slobodianyk, A. A. (2019). Effect of genetic and non-genetic factors on the reproduction traits in Ukrainian Meat sows. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21 (90), 3–8. <https://doi.org/10.32718/nvvet-a9001>
26. Bell, W., Orioste, J. I., Barlocco, N., Vadell, A., & Clariget, R. P. (2015). Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in an outdoor production system. *Livestock Science*, 182, 101–107. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.10.025>
27. Wang, X., & Kadarmideen, H. N. (2020). Metabolite genome-wide association study (mGWAS) and gene-metabolite interaction network analysis reveal potential biomarkers for feed efficiency in pigs. *Metabolites*, 10 (5), 201. <https://doi.org/10.3390/metabo10050201>
28. Saintilan, R., Brossard, L., Vautier, B., Sellier, P., Bidanel, J., Van Milgen, J., & Gilbert, H. (2015). Phenotypic and genetic relationships between growth and feed intake curves and feed efficiency and amino acid requirements in the growing pig. *Animal*, 9 (1), 18–27. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002171>
29. Nechmilov, V. M., & Povod, M. G. (2018). Vidgodivnelna produktivnist svinej za riznih terminiv doroshuvannya ta vikoristannya suhogo i ridkogo tipiv godivli. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Livestock*, 7 (35), 122–134. [in Ukrainian]
30. Nechmilov, V. M., Vdovichenko, Yu. V., Povod, M. G. (2018). Zabijni yakosti svinej pri riznij trivalosti doroshuvannya i suhomu tipi godivli. *Zernovi Kulturi*. 2 (1), 144–149. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0020> [in Ukrainian]

31. Walsh, P. S., Metzger, D. A., & Higuchi, R. (2013). Chelex 100 as a medium for extraction of DNA for PCR-Based typing from forensic material. *Biotechniques*, 54 (3), 134–139. <http://dx.doi.org/10.2144/000114018>
32. Hlazko, V. Y., Shulha, E. V., Dyman, T. N., & Hlazko, H. V. (2001). *DNA technologies and bioinformatics in solving the problems of mammalian biotechnologies*. Belaya Tserkov: Bila tserkva agrarian university.
33. Kim, K. S., Lee, J. J., Shin, H. Y., Choi, B. H., Lee, C. K., Kim, J. J., Cho, B. W., & Kim T.-H. (2006). Association of melanocortin 4 receptor (*MC4R*) and high mobility group AT₂ hook 1 (*HMGA1*) polymorphisms with pig growth and fat deposition traits. *Animal Genetics*, 37 (4), 419–421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2006.01482.x>
34. Provatorov H. V., Ladyka V. I., & Bondarchuk L. V. (2007). *Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn*. Sumy: Universytetska Knyha [in Ukrainian]
35. Berezovskij, N. D. (1984). Vnutriporodnaya sochetaemost specializirovannykh tipov. *Svinovodstvo*, 11, 20–21. [in Russian]
36. Vashenko, P. A. (2019). Prognozuvannya pleminnoyi cinnosti svinej na osnovi linijnih modelej, selekciynih indeksiv ta DNK-markeriv. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Mikolayiv [in Ukrainian]
37. Kovalenko, V. P., Bolelaya, S. Yu., & Borodaj, V. P. (1998). Prognozirovanie plemennoj cennosti pticy po intensivnosti processov rannego ontogeneza. *Citologiya i Genetika*, 20 (5), 360–365. [in Russian]
38. Vashenko, P. A. (2005). Vivchiti vnutriporodni poyednannya genotipiv svinej velikoyi biloyi porodi vitchiznyanoyi ta zarubizhnoyi selekcij na etapi zakladki novih genealogichnih struktur. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Poltava [in Ukrainian]
39. Vashenko, P. A. (2004). Vivchennya m'ياسo-salnih yakostej svinej velikoyi biloyi porodi pri poyednanni genotipiv vitchiznyanoyi ta zarubizhnoyi selekcij. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 1, 86–88. [in Ukrainian]
40. Voloshuk, V. M., Povod, M. G., & Vasiliv, A. P. (2013). Produktivni ta adaptativni yakosti porosyat na doroshuvanni zalezho vid genotipu ta umov utrimannya. *Pigbreeding*, 62, 3–8. [in Ukrainian]
41. Grishina, L. P. (2012). Prognozuvannya produktivnosti svinej za indeksami rostu v rannomu ontogenezi. *Svinarstvo*, 60, 50–55. [in Ukrainian]
42. Voloshchuk, A. V. (2018). Growth peculiarities of purebred and crossbred pigs with different intensity of formation. *Animal Breeding and Genetics*, 55, 31–38. <https://doi.org/10.31073/abg.55.04>
43. Pelih, V. G., & Ushakova, S. V. (2016). Dinamika rostu molodnyaku svinej riznih genotipiv. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Tvarynyystva NAAN*, 115, 169–175. [in Ukrainian]

ORCID

T. Sukhno  <https://orcid.org/0000-0002-9084-8878>



2024 Sukhno T. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The current state of fish farming in Ukraine and the development of the industry in Poltava region

A. Polishuk¹ | A. Shostya¹ | S. Merzlov² | S. Usenko¹ | M. Leusky³ | L. Kuzmenko¹ | M. Ilchenko¹

Article info

Correspondence Author

A. Polishuk

E-mail:

anatolii.polishchuk@pdau.edu.ua

¹Poltava State Agrarian University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

²Bila Tzerkva National Agrarian University,
Cathedral Square, 8/1,
Bila Tserkva, 09117,
Ukraine

³National University of Life and Environmental Sciences,
15 Heroiv Oborony Str.,
Kyiv, 03041, Ukraine

Citation: Polishuk, A., Shostya, A., Merzlov, S., Usenko, S., Leusky, M., Kuzmenko, L., & Ilchenko, M. (2024). The current state of fish farming in Ukraine and the development of the industry in Poltava region. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 101–106. doi: 10.31210/spi2024.27.01.17

Fish is a valuable food product that contains a complete set of all necessary drinking substances. If in 1961 the consumption of fish per capita in the world was 9.5–10.5 kg, then in 2020 it will be 20.5 kg. In many countries of the world, fisheries play a significant role in maintaining the population's employment and well-being. The fishery is a supplier of raw materials for the food industry and adjusts its stocks at the expense of self-renewing resources of natural and artificial water bodies. It should be noted that in recent years there has been a significant decrease in fish stocks in the world ocean, and accordingly in the volume of its catch. This led to the spread in many countries of the development of various forms of aquaculture. In Ukraine, the fishing industry has changed significantly in recent decades. This is explained by the processes of introduction into the production of modern, newest technologies of breeding and cultivation of both existing and new types of fish, taking into account the needs of the population and market requirements. But, it should be noted that despite certain successes, our fishing industry as a whole still lags significantly behind the global pace of dynamic development. Production indicators need to be adjusted to stable standards. Therefore, the purpose of the review was to determine the state of development of the fishing industry in Ukraine, as well as to characterize the current state and prospects for the development of the industry in Poltava region. In modern conditions, many fish farms could not adapt to the requirements of a competitive market due to certain economic and social problems. And the main factors in this are the discrepancy between the price of the produced products during sale and the costs of its cultivation. As a result, more and more species of herbivorous fish are appearing on the fish market of Ukraine - crucian carp, white grass carp. Growing carp on expensive compound feed becomes economically unprofitable. The acquisition of breeding and fish stocking material also becomes problematic. But despite these problems, they still need to be solved. Currently, many regions of Ukraine have developed fisheries development programs. The main content of these programs is the state of fisheries, tasks and priority measures to improve the development of fisheries, financing and expected results. The purpose of these programs is to reproduce and preserve the ichthyofauna of reservoirs, to develop pond fish farming.

Keywords: fish farming, fishing reservoirs, aquaculture, ponds, reservoirs.

Сучасний стан рибництва в Україні та розвиток галузі на Полтавщині

А. А. Поліщук¹ | А. М. Шостя¹ | С. В. Мерзлов² | С. О. Усенко¹ | М. В. Леуський³ | Л. М. Кузьменко¹ | М. О. Ільченко¹

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

²Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

³Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Риба – цінний продукт харчування, який містить повний набір всіх необхідних поживних речовин. Якщо 1961 року споживання риби на душу населення у світі становило 9,5–10,5 кг, то 2020 року вже – 20,5 кг. У багатьох країнах світу рибному господарству належить значна роль у підтриманні зайнятості населення та його добробуту. Рибне господарство є постачальником сировини для харчової промисловості і корегує свої запаси завдяки здатності самовідновлюватися ресурсів природних і штучних водойм. Варто зазначити, що останніми роками спостерігається суттєве зменшення рибних запасів у світовому океані, а відповідно й обсягів її вилову. Це призвело до поширення в багатьох країнах розвитку різних форм аквакультури. В Україні останні десятиліття рибне господарство суттєво змінилося. Це пояснюється процесами впровадження у виробництво сучасних, новітніх технологій розведення, вирощування, як наявних, так і нових видів риб, з огляду на потреби населення і вимоги ринку. Але слід зазначити, що незважаючи на певні успіхи, загалом наша рибогосподарська галузь ще суттєво відстає від світових темпів динамічного розвитку. Виробничі показники потребують корегування відповідно до сталих стандартів. Тому, метою проведеного огляду було визначити стан розвитку рибогосподарської галузі в Україні, а також охарактеризувати сучасний стан і перспективи розвитку галузі на Полтавщині. У сучасних умовах багато рибницьких господарств не змогли адаптуватись до вимог конкурентоспроможного ринку в силу певних економічних і соціальних проблем. Основними чинниками в цьому є невідповідність ціни на вироблену продукцію при реалізації і витратами на її вирощування. Внаслідок цього на рибному ринку України все більше з'являються породи рослиноїдних риб – товстолобик, білий амур. Вирощування коропа на дорогих комбікормах стає економічно невиправданим. Проблемним стає також придбання племінного і рибопосадкового матеріалу. Але незважаючи на зазначені проблеми, їх все одно необхідно розв'язувати. І натеper у багатьох регіонах України розроблені програми розвитку рибного господарства. Основний зміст цих програм – стан рибних господарств, завдання і цюнайперші заходи покращення їхнього розвитку, фінансування і очікувані результати. Мета цих програм – відтворення і збереження іхтіофауни водосховищ, розвиток ставового рибництва.

Ключові слова: рибництво, рибогосподарські водойми, аквакультура, ставки, водоймища.

Бібліографічний опис для цитування: Поліщук А. А., Шостя А. М., Мерзлов С. В., Усенко С. О., Леуський М. В., Кузьменко Л. М., Ільченко М. О. Сучасний стан рибництва в Україні та розвиток галузі на Полтавщині. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 101–106.

За оцінкою ФАО кількість риби, яка виловлюється в обсягах, що забезпечують біологічну її сталість, скоротилася з 90 % 1974 року до 65,8 % 2017 року [1, 2]. З 2020 року світова рибна галузь перебувала у стані стабільного спокою та не показувала жодного зростання вилову. Але об'єм рибної продукції, яка була виловлена, все ж таки перевищував обсяги попереднього десятиріччя [3].

Останнім часом обсяги риби, яку споживають в їжу, продовжують зростати. Стан світового вилову риби та аквакультури свідчить, що ніколи раніше люди не споживали стільки риби, і їх рівень життя, в окремих регіонах і частинах світу, не залежав так сильно від цього.

У результаті зростання попиту і зменшення запасів риби у водних акваторіях натеper велика кількість морепродуктів вирощується штучно. Лідером у цьому є країни Азії, де зосереджено 90 % акваферм.

За даними ФАО (прогноз до 2030 року), середньорічне споживання водних біоресурсів та виробленої з них продукції у світі на душу населення становитиме 21,2 кілограма [3].

Україна серед європейських країн найменше споживає рибпродукції на особу. Більшу частину споживання складає річкова риба [7]. Тому розвиток рибогосподарської галузі і аквакультури є важливим завданням сьогодення і потребує якомога швидкого державного регулювання [6, 13, 15, 16, 23, 25, 27, 37].

Риба – цінний харчовий продукт, джерело білку тваринного походження. В окремих країнах світу риба у пріоритеті в раціоні людей. Стан розвитку рибного господарства і рибальства визначається територіальним розташуванням країн. Тому, безумовно, в таких країнах, як США, Японія, Норвегія, Ісландія, Китай та інші, рибогосподарська галузь і промислове рибальство розвинені на високому рівні. Громадяни цих країн з успіхом займаються штучним розведенням та вирощуванням аква- і марікультури [1, 3, 31]. За даними ФАО, вилов риби в основних рибпромислових районах ведеться на максимально можливому рівні, що не забезпечує біологічну стійкість [2]. Нині в Україні рибогосподарська галузь перебуває не у кращому, але і не в гіршому стані. В окремі періоди Україна мала обсяги вилову риби і морепродуктів, які забезпечували споживання на душу населення – до 18–19 кг аквапродукції на рік, з них 8,6 кг – рибних продуктів [7, 24].

Уряд України (розпорядження від 2 травня 2023 року № 402-р) схвалив стратегію розвитку галузі рибного господарства на період до 2030 року та затвердив операційний план заходів з реалізації у 2023–2025 роках [4].

Відмічено, що рибне господарство є галуззю, функціонування якої вимагає розв'язання багатьох завдань, зокрема охорона, вивчення, використання, вирощування і відтворення водних біоресурсів [8, 19, 20]. Україна має 24.2 тис. кв. кілометрів поверхневих вод, що є суттєвим потенціалом для виробництва

продукції аквакультури [17, 18]. 2011 року, за даними Держстату України, було виловлено 211,1 тис. тонн водних біоресурсів, а 2021 року – лише 69,8 тис. тонн [4].

Кількість вилову водних біоресурсів у внутрішніх водних об'єктах, за даними Держрибагенства, 2021 року склав 37,7 тис. тонн, з них 12,9 тис. тонн – завдяки водосховищам річки Дніпро, 12,9 тис. тонн завдяки аквакультури, 4,8 тис. тонн з інших внутрішніх водних об'єктів та 7,1 тис. тонн спеціальними рибними господарствами [4]. Але, на жаль, донедавна часу основним джерелом постачання водних біоресурсів на внутрішній ринок України є імпорт. Останніми роками його частка від споживання населенням рибної продукції складає 80 % [4, 38]. 2021 року цей показник склав 435 тис. тонн. Для порівняння – 2015 року – 230,2 тис. тонн [4].

За даними ФАО 2018–2020 років середній показник споживання рибної продукції на душу населення у світі склав 20,5 кілограма, з яких 52 % – продукція аквакультури. В Україні, за даними Держстату, також відмічена тенденція до збільшення споживання водних біоресурсів населенням. Наприклад, 2017 року українці в середньому за рік споживали 10,8 кілограма рибної продукції, а 2021 року – 13,2 кілограма [4]. Переважно це відбувається через збільшення імпорту водних біоресурсів [4, 38].

Україна для відновлення рибогосподарської діяльності, відтворення і збільшення запасів водних біоресурсів, повинна реалізувати цілий комплекс завдань, які сприятимуть зростанню виробництва продукції аквакультури [9, 10, 11, 12, 32]. Важлива роль у розв'язанні розвитку рибогосподарської галузі належить науковому супроводу – впровадженню у виробництво селекційних досягнень, ефективних, ресурсощадних технологій відтворення і вирощування різних видів риб [4, 9, 11, 17, 18, 27, 29–34]. Необхідно спробувати створити природні нерестилища для аборигенних видів осетрових риб, більш суттєво контролювати промислове рибальство. Відновити популяції таких місцевих видів риб, як щука, сазан, струмкова форель, лин, судак, які перебувають у стані зменшення біологічної сталості. На межі зникнення знаходяться популяції таких риб, як, дунайський лосось, вирезуб, харіус тощо. У напрямі збереження популяцій риб, таких, що зникають, велику роботу проводить лідер наукового рибництва в Україні – Інститут рибного господарства НААН [10, 21, 28, 39]. Водосховища Дніпра і Дніпровсько-Бузький лиман завдяки заселенню водними біоресурсами в перспективі можуть дати до 50–55 тис. тонн різної аквапродукції [4]. Потенційні можливості цих водосховищ після зариблення сазаном та рослиноїдними видами риб наведені в таблиці 1, аборигенними видами риб – в таблиці 2.

Середня маса посадкового матеріалу дорівнює 120–150 грамів, промислове повернення за всіма об'єктами вирощування – не менше 10 % [4].

Таблиця 1

Промислова рибопродуктивність водосховищ України з вилону сазана, товстолобика і білого амура

Водосховище, водойма	Площа, тис. га	Види риб та їх кількість, млн екземплярів					Можливий вилов, тис. тонн					Промислова рибопродуктивність, кілограмів на гектарі
		білий та строкатий товстолобика	білий амур	сазан (короп)	усього		білий та строкатий товстолобика	білий амур	сазан (короп)	усього		
					млн. екз.	тис. тонн						
Київське	92	5,3	1,1	0,8	7,2	1	5	1	1	7	76	
Канівське	58	3,5	0,5	0,5	4,5	0,6	3	0,5	0,5	4	69	
Кременчуцьке	225	8,6	0,6	2	11,2	1,6	8,5	0,5	2	11	49	
Кам'янське	56	3,5	0,5	0,5	4,5	0,6	3	0,5	0,5	4	70	
Запорізьке	41	2	0,2	0,3	2,5	0,4	1,5	0,2	0,3	2	49	
Каховське	215	10,7	0,8	2	13,5	1,9	10,5	0,5	2	13	60	
Пониззя Дніпра та Дніпровсько-Бузький лиман	110	8,6	0,8	1	10,4	1,5	8,5	0,5	1	10	91	
Усього	797	42,2	4,5	7,1	53,8	7,6	40	3,7	7,3	51	65 (середня)	

Джерело: [4].

Таблиця 2

Промислова рибопродуктивність водосховищ України з вилону аборигенних видів риб

Водосховище, водойма	Площа, тис. га	Види риб та їх кількість, тис. екземплярів					Можливий вилов, тонн				
		судак	європейський сом	щука	лин	усього	судак	європейський сом	щука	лин	усього
Київське	92	416,2	234	115,6	368,8	1 134,6	372,6	165,2	85	33,6	656,4
Канівське	58	418	201,5	116,1	142,6	878,2	235,1	142,3	85,3	17,5	480,2
Кременчуцьке	225	2083,3	1171,4	578,7	330,9	4 164,3	911,2	330,8	156	20,1	1418,1
Кам'янське	56	567	227,6	157,5	216,8	1 168,9	226,8	160,7	154,4	6,8	548,7
Запорізьке	41	299,2	144,2	83,1	135	661,5	166	81,5	71,3	11,4	330,2
Каховське	215	1413,7	794,9	392,7	87,4	2 688,7	870,7	336,8	144,3	7,1	1358,9
Пониззя Дніпра та Дніпровсько-Бузький лиман	110	280,1	157,5	77,8	128	643,4	445,5	133,4	57,2	7,6	643,7
Усього	797	5477,4	2931,1	1521,5	1409,5	11339,5	3227,9	1350,7	753,5	104,1	5436,2

Джерело: [4].

Ці дані свідчать, що в Україні є всі можливості впевнено розвивати рибогосподарську галузь, а це, зі свого боку, забезпечить продовольчу безпеку країни [4].

На Полтавщині рибне господарство має свою історію розвитку. Історично в Полтавській губернії, за статистичними даними, 1914–1915 років налічували 90 придатних для рибальства річок, 115 озер і 466 рибальських поселень. Кількість придатних для рибальства річок, озер і рибальських поселень по повітах Полтавської губернії наведені в таблиці 3 [35, 36].

Таблиця 3

Кількість риболовних річок, озер і рибальських поселень в Полтавській губернії 1914 року

Повіти	Кількість		
	річок	озер	рибальських поселень
Гадяцький	5	4	30
Золотоніський	11	16	42
Зіньківський	7	1	16
Кобеляцький	10	15	29
м. Конст-град	9	-	31
Кременчуцький	20	48	39
Лохвицький	5	-	33
Миргородський	4	6	31
Переяславський	13	16	43
Пирятинський	10	2	32
Прилуцький	9	1	39
Романський	4	-	22
Хорольський	7	5	21
Усього по губернії	90	115	466

Джерело: [35, 36].

Ці дані свідчать про незначний розвиток рибогосподарської галузі в ті часи, але все ж таки цьому напряму діяльності приділяли певне значення [35, 36].

Нині на Полтавщині пріоритетний розвиток рибогосподарської галузі має ставове рибництво, тобто розведення і вирощування риби у спеціально збудованих або непристосованих для цього ставках та інших невеликих штучно створених, а іноді і природних водоймах.

Згідно з даними Регіонального офісу водних ресурсів Полтавської області утворено 69 різних за об'ємом водосховищ загальною площею 6495,5 га та 2688 ставків – загальною площею 19,969 тис. га, 583 озер площею 4,534 тис. га [5].

Основний водний фонд області формують два великих водосховища – Кам'янське і Кременчуцьке. Промислову іхтіофауну водосховищ загалом формують: плітка, лящ, сріблястий карась, плоскирка – на їх частку припадає понад 90% загального промислового запасу [5].

За останні 10 років вилони риби у Кременчуцькому водосховищі були нестабільними. 2009–2010 років вилони риби склали 4,3–4,4 тис. т, 2011–2013 років – 3,2 тис. т., 2016–2017 років – 4,7–4,9 тис. т. 2019 року вилов зріс до 5,1 тис. т (переважно завдяки вилону сріблястого карася), 2020 року – зменшився до 4,5 тис. т, що було зумовлено падінням вилону ляща (47,5 % загального зменшення улову), рослиноїдних риб (116,3 %) та верховодки і тюльки (15,7 %). 2021 року вилов

знову зріс до 5,8 тис. т, що на 81,8 % було зумовлено зростанням вилову сріблястого карася, тоді як вилов інших видів залишався на рівні попередніх середньорічних показників [5]. 2022 року вилов риби у Кременчуцькому водосховищі порівняно з іншими водосховищами зменшився несуттєво, але знову ж завдяки збільшенню уловів сріблястого карася. У Кам'янському водосховищі 2020 року вилов риби знизився до 1,8 тис. т. В загальному обсязі сріблястий карась склав (38,4 %), лящ (16,2 %), плітка, плістирка, тюлька, верховодка (18,4 %), 27 % всі інші види риби [5].

Варто відмітити, що 2020 року були значно розширені місця, заборонені для промислового рибальства – вся акваторія в межах Полтавської області, що позитивно позначилося на кількості виловленої риби. 2021 року вилов збільшився до 2,1 тис. т – завдяки вилову сріблястого карася на 60,8 % та на 3–7 % інших видів риби [5].

Аналізуючи стан вилову риби у Кременчуцькому і Кам'янському водосховищах, необхідно зазначити, що в період 2000–2010 років 80 % вилову припадало на вселені рослиноїдні риби, а вже 2019–2021 рр. – тільки 15 %. Це сталося через суттєве зменшення обсягів зариблення цими видами риби [5].

З огляду на вищезазначене можна стверджувати, що повномасштабне зариблення Кременчуцького і Кам'янського водосховищ цінними видами риби дозволить збільшити їх кількість на 20–35 %, що, за умови наявності природних нерестилищ, дасть змогу сформувати різновікові популяції з високими відтворювальними здатностями. Це так само передбачає виконання відповідних заходів розробленої програми розвитку рибного господарства області на 2023–2027 роки [5]. Перелік першочергових заходів наведений у таблиці 4.

Таблиця 4

Першочергові заходи штучного відтворення іхтіофауни водойм Полтавської області¹

Водні об'єкти ²	Об'єкти штучного відтворення, млн екз.				
	Білий товстолоб ³	Строкатий товстолоб ²	Білий амур	Сазан (короп)	Хижаки ⁴
Вік ⁵	1+,2	1+, 2	1+,2	1+,2	0+, 1
Сер. маса, г ⁶	100	100	100	100	5-100
Кременчуцьке вдсх.	1,321	0,144	0,239	0,135	0,599
Кам'янське вдсх.	1,176	0,096	0,223	0,479	0,759
Полтавський р-н	-	-	-	-	0,046
Кременчуцький р-н	-	-	-	-	0,216
Лубенський р-н	-	-	-	-	0,121
Миргородський р-н	-	-	-	-	0,068
<i>Разом</i>	<i>2,497</i>	<i>0,24</i>	<i>0,462</i>	<i>0,614</i>	<i>1,809</i>

Примітки: ¹ – обсяги щорічного зариблення (млн екз.) у період 2023–2024 рр.; ² – для кожного району брали до уваги водосховища та стави площею понад 5 га; ³ – допускається зариблення гібридами; ⁴ – судак, сом, щука. Частка щуки з наважкою 100 г не повинна перевищувати 30 % від загального обсягу зариблення хижаками; ⁵ – допускається зариблення цьоголітками (річниками) наважкою не менше 25 г з використанням коефіцієнту збільшення: товстолоб, білий амур – 2,9; короп – 3,2; ⁶ – не менше, ніж зазначена. *Джерело:* [5].

Отже, першочергові заходи передбачають сформувати відповідну сировинну базу для ефективного рибальства та поповнення популяції цінних видів водних біоресурсів. Критеріями, які визначають пріоритетність здійснення першочергових заходів зі штучного відтворення в частині вибору водного об'єкту є – здійснення промислового рибальства;

можливість ефективного облову сформованої іхтіомаси інтродуцентів; необхідність здійснення біологічної меліорації та забезпечення належних технологічних властивостей води; відсутність негативного досвіду здійснення штучного відтворення окремих видів у певному водному об'єкті. Перелік другочергових заходів наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Другочергові заходи штучного відтворення іхтіофауни водойм Полтавської області¹

Водні об'єкти ²	Об'єкти штучного відтворення, млн екз.				
	Білий товстолоб ³	Строкатий товстолоб ³	Білий амур	Сазан (короп)	Інші аборигенні бентофаги ⁴
Вік ⁵	1+,2	1+,2	1+,2	1+,2	0+, 1
Сер. маса, г	100	100	100	100	5
Кременчуцьке вдсх.	-	-	-	-	0,118
Кам'янське вдсх.	-	-	-	-	0,308
Полтавський р-н	0,135	0,004	0,010	0,049	0,032
Кременчуцький р-н	0,631	0,020	0,045	0,227	0,151
Лубенський р-н	0,354	0,011	0,025	0,127	0,085
Миргородський р-н	0,197	0,006	0,014	0,071	0,047
<i>Разом</i>	<i>1,317</i>	<i>0,041</i>	<i>0,094</i>	<i>0,474</i>	<i>0,741</i>

Примітки: ¹ – обсяги щорічного зариблення (млн екз.) у період 2023–2024 рр.; ² – для кожного району враховувались водосховища та стави площею понад 5 га; ³ – допускається зариблення гібридами; ⁴ – лин, лящ, плітка, рибець звичайний; ⁵ – допускається зариблення цьоголітками (річниками) наважкою не менше 25 г. *Джерело:* [5].

Другочергові заходи передбачають створення максимально можливого запасу об'єктів випасної аквакультури та поповнення популяції аборигенних видів риб, які використовуються для промислового і спортивного рибальства.

Прогнозовані обсяги вилову водних біоресурсів у разі втілення заходів із зариблення Кременчуцького і Каменського водосховищ наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Прогнозовані обсяги вилову водних біоресурсів з огляду на втілення заходів із зариблення

Водні об'єкти	Період	Об'єкти штучного відтворення, тонн			
		Рослиноїдні риби	Сазан (короп)	Хижаки	Інші аборигенні бентофаги
Першочергові заходи					
Кременчуцьке,	всього ¹	9760	700	1260	-
Кам'янське вдсх.	в т.ч. 2023 р. ²	1952	140	252	-
Інші водойми ³	всього ¹	-	-	225	-
	в т.ч. 2023 р. ²	-	-	45	-
Разом за групою заходів	всього ¹	9760	700	1485	-
	в т.ч. 2023 р. ²	1952	140	297	-
Другочергові заходи					
Кременчуцьке,	всього ¹	-	-	-	145
Кам'янське вдсх.	в т.ч. 2023 р. ²	-	-	-	29
Інші водойми ³	всього ¹	2130	535	-	25
	в т.ч. 2023 р. ²	426	107	-	5
Разом за групою заходів	всього ¹	2130	535	-	170
	в т.ч. 2023 р. ²	426	107	-	34
Разом за програмою	всього ¹	11890	1235	1485	170
	в т.ч. 2023 р. ²	2378	247	297	34

Примітки: ¹ – сумарний вилов від усіх генерацій при щорічних обсягах вселення; ² – обсяги вилову 2025–2028 років, від генерації, вселеної 2023 р.; ³ – за умови здійснення промислового рибальства. Джерело: [5].

Головними суб'єктами підприємницької діяльності у ставковому рибництві Полтавської області є стави. Нині на території області розташовано 2353 водних об'єктів, які передані або можуть бути переданими в користування на умовах оренди. Для риборозведення є придатними 1500 водних об'єктів, з яких 1005 знаходяться за межами населених пунктів. Натепер в оренді перебувають 415 водних об'єктів. З 2013 по 2022 роки паспортизовано 587 об'єктів, 475 з яких розташовані за межами населених пунктів і 112 в їх межах [5].

Висновки

Метою проведеного огляду було визначити стан розвитку рибогосподарської галузі в Україні, а також охарактеризувати сучасний стан і перспективи розвитку галузі на Полтавщині. За результатами аналізу рибогосподарської галузі в Україні і Полтавській області зокрема, зважаючи на всі об'єктивні чинники, які вплинули останніми роками на ефективність галузі, можна зробити висновок, що Україна і Полтавська область зокрема мають значний ресурсний потенціал для успішного добування водних біоресурсів.

В Україні для збільшення виробництва водних біоресурсів є всі можливості. Необхідно впроваджувати у виробництво сучасні селекційні досягнення вчених іхтіологів, ресурсощадні технології відтворення і вирощування різних видів риб. Планово здійснювати заселення водними біоресурсами водосховищ Дніпра і Дніпровсько – Бузьський лиман, що дасть можливість отримати в перспективі 50–55 тис. тонн різної аквапродукції.

Основний водний фонд Полтавської області формують два великих водосховища – Кам'янське і

Кременчуцьке. В області розроблено заходи штучного відтворення іхтіофауни всіх придатних водойм і затверджено до виконання Програму розвитку рибного господарства на 2023–2027 роки. Все це дає підставу на очікування позитивних результатів виробництва і відтворення водних біоресурсів в обсягах, які заплановано.

Конфлікт інтересів





Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. FAO (2018). State of the world fisheries and aquaculture 2018-Achieving the goals of sustainable development. Rome.
2. Stan svitovykh rybnikh zapasiv (po dopovidі FAO 2020 r.) (2021). *Mehalodon Informatsiino-analitychna platforma rozvytku rybnoho hospodarstva*. Retrieved from: <https://fishindustry.com.ua/stan-svitovykh-rybnikh-zapasiv-po-dopovidі-fao-2020-r> [in Ukrainian]
3. “Blakytina” Transformatsiia Kontseptsiia peretvorennia prodovolchikh system u yakykh vykorystovuyutsia vodni resursy (po materialakh FAO 2022 r.) (2023). *Mehalodon Informatsiino-analitychna platforma rozvytku rybnoho hospodarstva*. Retrieved from: <https://fishindustry.com.ua/blakytina-transformaciya-koncepciya-peretvorennia-prodovolchix-sistem-u-yakix-vikorystovuyetsya-vodni-bioresursi-po-materialax-fao-2022-r/> [in Ukrainian]
4. Pro skhvalennia Stratehii rozvytku haluzi rybnoho hospodarstva Ukrainy na period do 2030 roku ta zatverdzhennia operatsiinoho planu zakhodiv z yii realizatsii u 2023—2025 rokakh. (2023). *Rozporiadzhennia kabinetu Ministriv Ukrainy vid 02 tra-vnia 2023 r. № 402-r*. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/proskhvalennia-stratehii-rozvytku-haluzi-rybnoho-hospodarstva-ukrainy-na-period-do-2030-roku-ta-zatverdzhennia-operatsiinoho-planu-zakhodiv-z-yi-realizatsii-u-20232025-rokakh-40-020523> [in Ukrainian]
5. Pro prohramu rozvytku Rybnoho hospodarstva Poltavskoi oblasti na 2023-2027. (2023). *Rishennia plenarnoho zasidannia piatoi sesii Poltavskoi oblasnoi rady vosmoho sklykannia vid 06 lypnia 2021 roku № 188. Nakaz departamentu ahropromyslovoho rozvytku Poltavskoi oblasnoi viiskovoi administratsii vid 18.10.2023, №71*. [in Ukrainian]

6. Zakon Ukrainy Pro vnesennia zmin do deiakyykh zakonodavchyykh aktiv Ukrainy shchodo udoskona-lennia derzhavnogo rehuliuвання v haluzi ry-bnoho hospodarstva, zberzhennia ta ratsiona-lnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv ta sferi akvakultury. № 2989-IX vid 21 bereznia 2023 roku. (2023). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2989-IX#top> [in Ukrainian]
7. Statystychnyi zbirnyk «Balansy ta spozhyvannia osnovnykh produktiv kharchuvannia naselenniam Ukrainy 2020. (2020). *Derzhavna sluzhba statystyky*. Retrieved from: <http://www.ukr-stat.gov.ua> [in Ukrainian]
8. Pro rybne hospodarstvo, promyslove rybalstvo ta okhoronu vodnykh bioresursiv vid 03.11.2016 № 1726-VIII, pryin. (2016). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3677-17> [in Ukrainian]
9. Alimov, S. I., Tretiak, O. M., Kovalenko, V. O., & Pryktaichuk, P. B. (2005). Pidvyshchennia efektyvnosti resursooshchadnykh tekhnologii stavovoho rybnystva Ukrainy. *Rybne Hospodarstvo*, 63, 3–9. [in Ukrainian]
10. Baltadzi, R. A. (2005). Do pytannia vyznachennia pryrodnoi ryboproduktyvnosti vodoim, *Rybne Hospodarstvo*, 64, 49–56. [in Ukrainian]
11. Buzevych, I. Iu., & Tretiak, O. M. (2005). *Naukovi osnovy spriamovanooho formuvannia ikhtofauny dniprovsykh vodoskhovyshch. Kyiv* [in Ukrainian]
12. Buzevych, I. Iu. (2004). Suchasnyi stan promyslu na dniprovsykh vodoskhovyshchakh. *Rybne Hospodarstvo*, 63, 41–46. [in Ukrainian]
13. Bieloshapka, T. (2018). Derzhavnyi vplyv na rozvytok rybnogo hospodarstva Ukrainy: shliakhy vdoskonalennia. *Aktualni Problemy Derzhavnogo Upravlinnia*, 4, 24–28. [in Ukrainian]
14. Buchatskyi, L. V., Rud, Yu. P., Zaloilo, O. V., & Zaloilo, I. A. (2018). *Suchasni metody biotekhnologii u rybnystvi: naukovo-metodychne vydannia*. Kyiv: DIA [in Ukrainian]
15. Vdovenko, N. M. (2012). Derzhavne rehuliuвання rozvytku akvakultury Ukrainy: pryorytety ta realii. *Investysii: Praktyka ta Dosvid*, 8, 105–107. [in Ukrainian]
16. Vdovenko, N. M., & Sokol, L. M. (2017). Rol rybnogo hospodarstva u prodovolchomu zabezpechnni naselennia Ukrainy. *Ekonomika APK*, 10, 49–55. [in Ukrainian]
17. Vdovenko, N. M., Kvasha, S. M., Bohach, L. V., Sharylo, Yu. Ie., & Pavlenko, M. M. (2019). *Mekhanizm zabezpechnnia konkurentospromozhnosti rybalstva ta akvakultury. Kolektyvna monohrafiia*. Kyiv: NUBIP Ukrainy [in Ukrainian]
18. Vdovenko, N. M. (2016). *Rybne hospodarstvo Ukrainy v umovakh hlobalizatsii ekonomiky. Monohrafiia*. Kyiv: TsP Kolprint, [in Ukrainian]
19. Glebova, Yu., & Shkarupa, O. (2017). Reformational direction of fish industry development in Ukraine. *Ribogospodars'ka Nauka Ukraini*, 4 (42), 7–18. <https://doi.org/10.15407/fsu2017.04.007>
20. Glebova, Yu., & Shkarupa, O. (2019). Dynamics of the development of fisheries industry in Ukraine in 2016–2018. *Ribogospodars'ka Nauka Ukraini*, 2 (48), 5–20. <https://doi.org/10.15407/fsu2019.02.005>
21. Honcharova, O., Kutishchev, P., Korzhov, Ye., & Kovalov, Yu. (2021). Technological aspects of intensive technologies using in the commercial cultivation of common carp (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)). *Ribogospodars'ka Nauka Ukraini*, 1 (55), 5–21. <https://doi.org/10.15407/fsu2021.01.005>
22. Holovko, M. P., Holovko, T. M., & Krykunenko, L. O. (2017). Biologichna tsinnist prysnovodnoi ryby Kremenchutskoho vodoskhovyshcha. *Kharchova Nauka i Tekhnologhiia*, 11 (3), 53–60. [in Ukrainian]
23. Donchevska, R. (2015). Rozvytok rybnogo hospodarstva Ukrainy. *Tovary i Rynky*, 1 (19), 28–49. [in Ukrainian]
24. Kemasiuk, Yu. (2014). Rybnystvo: potentsial ye! *Ahrobiznes sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7880-rybnystvo-potentsial-ie.html> [in Ukrainian]
25. Korman, I. (2020). Current state and prospects of development of the domestic fish and fish products market. *Entrepreneurship and Innovation*, 12, 49–54. <https://doi.org/10.37320/2415-3583/12.8>
26. Leuskyi, M., Buzevych, O., Rudyk-Leuska, N., Kotovska, G., & Khrystencko, D. (2022). Structural indices of the white bream (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) population in the Kremenchuk Reservoir. *Ribogospodars'ka Nauka Ukraini*, 2 (60), 16–32. <https://doi.org/10.15407/fsu2022.02.016>
27. Myskovets, N. P. (2020). Analyzing the current status and prospects of fishing industry in Ukraine. *Business Inform*, 3 (506), 104–111. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-3-104-111>
28. Oborskiy, V., Hrytsyniak, I., Osipenko, M., Grishin, B., Nagomiuk, T., & Kurimenko, H. (2022). The role of Antoninsko-Zozulenets carp in selective breeding in Ukraine (a review). *Ribogospodars'ka Nauka Ukraini*, 3 (61), 31–52. <https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.031>
29. Samofatova, V. A. (2014). Analiz perspektyv rozvytku rybnoi haluzi Ukrainy. *Ekonomika Kharchovoi Promyslovosti*, 3 (23), 50–52. [in Ukrainian]
30. Samofatova, V. A., & Demchuk, S. I. (2015). Suchasnyi stan ta napriamy rozvytku rybnogo hospodarstva u vnutrishnikh vodoimakh Ukrainy. *Ekonomika Kharchovoi Promyslovosti*, 2 (26), 41–46. [in Ukrainian]
31. Trofymchuk, A. M., & Trofymchuk, M. I. (2020). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku marykultury v sviti ta v Ukraini. *Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia, rol, faktory rostu: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Ekologhiia, okhorona navkolyshnoho seredovyscha ta zbalansovane pryrodokorystuvannia: osvita – nauka – vyrobnystvo (30 zhovtnia 2020)*. (pp. 20–22). Bila Tserkva [in Ukrainian]
32. Tretiak, O. M. (2005). Suchasnyi stan ta shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti rybohospodarskoi diialnosti na vnutrishnikh vodoimakh Ukrainy. *Aktualni problemy akvakultury ta ratsionalnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv : materialy mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (26–30 veresnia 2005 Kyiv)*. (pp. 3–11). Kyiv [in Ukrainian]
33. Shepeliev, S. S. (2016). Analiz stanu ta rozvytku rybnogo hospodarstva Ukrainy: eksport ta import ryby. *Mizhnarodnyi Naukovyi Zhurnal «Internauka»*, 12 (2), 146–149. [in Ukrainian]
34. Cherner, V., Dushka, V., & Maksym, V. (2016). State and perspectives of development of the aquaculture in Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series Economical Sciences*, 18 (2), 169–175. <https://doi.org/10.15421/nv1vet6933>
35. Rybolovstvo rybovodstvo. (1914). In: *Statystycheskyi spravochnyk po Poltavskoi hubernyy na 1914 hod.* (pp. 147–151). Poltava: tipohrafiia Pechatnoho dela [in Russian]
36. Rybolovstvo rybovodstvo. (1915). In: *Statystycheskyi spravochnyk po Poltavskoi hubernyy na 1915 hod.* (pp. 148–152). Poltava: tipohrafiia Pechatnoho dela [in Russian]
37. Resursnomu potentsialu rybnoi haluzi – zvazheni derzhavnu polityku. (2024). *Ahrarnyi Tyzhden. Ukraina*. Retrieved from: <https://a7d.com.ua/novini/19918-resursnomu-potencalu-ribnovi-galuz-zvazheni-derzhavnu-poltiku.html> [in Ukrainian]
38. Samofatova, V., & Neveseliuk, V. (2020). Current state of fishing industry of Ukraine. *Food Industry Economics*, 12 (2). <https://doi.org/10.15673/fie.v12i2.1738>
39. Khalturin, M., Klymovets'kyi, A., & Shevchenko, P. (2022). Ichthyofauna species diversity in multipurpose water bodies of the forest-steppe zone of Ukraine by river basins. *Ribogospodars'ka Nauka Ukraini*, 2 (60), 3–15. <https://doi.org/10.15407/fsu2022.02.003>
40. Sherman, I. M., Kutishchev, P. S., & Heina, K. M. (2016). *Biologichni osnovy ekspluatatsii oseleditsevykh (Clupeidae) Dniprovsko-Buzkoi hyrlovoi systemy: naukova monohrafiia. Kherson* [in Ukrainian]

ORCID

- A. Polishuk  <https://orcid.org/0000-0003-3572-8491>
- A. Shostya  <https://orcid.org/0000-0002-1475-2364>
- S. Merzlov  <https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>
- S. Usenko  <https://orcid.org/0000-0001-9263-5625>
- M. Leusky  <https://orcid.org/0000-0001-5646-8524>
- L. Kuzmenko  <https://orcid.org/0000-0002-1776-0714>
- M. Ilchenko  <https://orcid.org/0000-0003-0163-1384>



© 2024 Polishuk A. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Biochemical and hematological features of the blood parameters of young piglets under the influence of the feed additive "Activo"

T. Prudyus¹ | R. Kaminskiy²

Article info

Correspondence Author

T. Prudyus

E-mail:

tarasvet126@gmail.com¹Institute of animal biology
NAAS,
V. Stusa Str., 38, Lviv,
79034, Ukraine²LLC "Nutrimin Ukraine",
Knyagini Olga Str., 100b,
79060, Lviv, Ukraine

Citation: Prudyus, T., & Kaminskiy, R. (2024). Biochemical and hematological features of the blood parameters of young piglets under the influence of the feed additive "Activo". *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 107–111. doi: 10.31210/spi2024.27.01.18

Pig farming has always been and remains a traditional and profitable branch of animal husbandry in Ukraine. It should be noted that the profitability of this industry directly depends on many factors, among which the health of the young should be singled out, because the health of the piglets depends on whether the farm will be successful and profitable or not. The early period of piglet development – from birth to weaning – is considered especially critical, because young animals are born without active immunity and are vulnerable to the effects of various stresses. Accordingly, it is important to take special care of young animals and use pre-starter compound feed with the addition of useful additives that contribute to increasing the general resistance of the animal's body. The aim of the work was to study the effect of the "Activo" feed additive on biochemical and hematological changes in the blood of young piglets. The research was carried out in the conditions of the industrial pig complex of LLC "Barcom" of the Lviv region. Clinically healthy piglets of early age, born from sows of PIC genetics of the Great White breed, which had 2–3 farrowings, served as the object of the study. For the study, according to the principle of analogues, two groups of piglets were formed: control (n=116) and experimental (n=118). Piglets, starting from the fifth day of life, were given pre-starter compound feed in loose form in plastic feeders. For the experimental group, the feed additive "Activo" was additionally introduced into the pre-starter compound feed in the amount of 0.2 kg/t of finished compound feed. The experiment lasted 28 days from birth to weaning. To conduct the study, blood was collected from the cranial vena cava on the 5th, 14th, and 28th days from the animals of the control and experimental groups in young piglets. The results of biochemical studies of the blood of experimental piglets obtained from sows fed with the feed additive "Activo" indicated a probable increase in the albumin content on the 28th day of life by 48.65 % (p<0.01) compared to animals of the control group. A significant decrease in urea in piglets of the experimental group was noted on the 5th and 14th day of life – 21.63 % (p<0.05) and 31.33 % (p<0.05), respectively, compared to the control. On the 28th day of life in the experimental group, urea values were also improbably lower by 29.87 %. ALT indicators in the experimental group were slightly lower on the 5th, 14th and 28th days – 3.27 %, 10.88 %, 13.80 %, respectively, compared to the control group. According to the results of hematological studies, a probable statistical increase of hemoglobin in erythrocytes in the experimental group on the 28th day of life was established by 10.76 % (p<0.01) in relation to the control. On the 14th and 28th days of piglet's life, a probable increase in hematocrit was recorded by 14.78 % (p<0.05) and 21.03 % (p<0.05), respectively.

Keywords: "Activo", young piglets, oregano, chili pepper, carvacrol, thymol, albumins, erythrocytes.

Біохімічні та гематологічні особливості показників крові поросят раннього віку за впливу кормової добавки «Активо»

Т. Я. Прудіус¹ | Р. М. Камінський²¹Інститут біології тварин
НААН,
м. Львів, Україна²ТОВ «Нутрімін Україна»,
м. Львів, Україна

Свинарство – завжди було і залишається традиційною та прибутковою галуззю тваринництва в Україні. Слід зазначити, що прибутковість цієї галузі напряму залежить від багатьох чинників, з-поміж яких слід виокремити стан здоров'я молодняка, адже від здоров'я поросят залежить, чи буде господарство успішним і прибутковим, чи ні. Особливо критичним вважається ранній період розвитку поросят – від народження до відлучення, адже молодняк народжується без активного імунітету та є вразливим до дії різноманітних стресів. Відповідно, важливо особливо ретельно дбати про тварин раннього віку й використовувати в раціоні престаартерні комбікорми з додаванням корисних добавок, що сприяють підвищенню загальної резистентності організму тварин. Метою роботи було вивчити вплив кормової добавки «Активо» на біохімічні та гематологічні зміни крові у поросят раннього віку. Дослідження проведено в умовах промислового свинокомплексу ТОВ «Барком» Львівської області. Об'єктом дослідження слугували клінічно здорові поросята раннього віку, народжені від свиноматок генетики РІС породи велика біла, що мали 2–3 опороси. Для дослідження, за принципом аналогів, було сформовано дві групи поросят: контрольну (n=116) та дослідну (n=118). Поросят, починаючи з п'ятої доби життя, у пластикові годівниці задавали престаартерний комбікорм у розсіпному вигляді. Для дослідної групи у престаартерний комбікорм додатково вводили кормову добавку «Активо» у кількості 0,2 кг/т готового комбікорму. Дослід тривав 28 днів від моменту народження і до відлучення. Для проведення дослідження від тварин контрольної та дослідної груп у поросят раннього віку відбирали кров з краніальної порожнистої вени на 5-ту, 14-ту та 28-му добу. Результати біохімічних досліджень крові дослідних поросят, отриманих від свиноматок, яких годували кормовою добавкою «Активо», вказували на вірогідне збільшення на 28-ій добі життя вмісту альбумінів на 48,65 % (p<0,01) порівняно з тваринами контрольної групи. Значне зниження сечовини у поросят дослідної групи відмічено на 5-ту та 14-ту добу життя – 21,63 % (p<0,05) та 31,33 % (p<0,05) відповідно у порівнянні до контролю. На 28-му добу життя у дослідній групі показники сечовини були також не вірогідно нижчими 29,87 %. Показники АЛТ у дослідній групі були дещо нижчими на 5-ту, 14-ту та 28-му добу – 3,27 %, 10,88 %, 13,80 % відповідно у порівнянні з контрольною групою. За результатами гематологічних досліджень встановлено вірогідне статистичне зростання гемоглобіну в еритроцитах у дослідній групі на 28-ій добі життя на 10,76 % (p<0,01) по відношенню до контролю. На період 14-ї та 28-ї доби життя поросят реєстрували вірогідне зростання гематокриту на 14,78 % (p<0,05) та 21,03 % (p<0,05) відповідно.

Ключові слова: «Активо», поросята раннього віку, орегано, перець чілі, карвакол, тимол, альбуміни, еритроцити.

Бібліографічний опис для цитування: Прудіус Т. Я., Камінський Р. М. Біохімічні та гематологічні особливості показників крові поросят раннього віку за впливу кормової добавки «Активо». *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 107–111.

Вступ

Збереженість та розвиток молодняку поросят після народження є основним завданням в свинарстві [1, 2].

Одним із складних етапів вирощування свиней є народження поросят та їх утримання до моменту відлучення та після нього. Складність полягає в тому, що поросята народжуються без активного імунітету із недорозвиненою травною системою, а також зниженою функцією антиоксидантного захисту. В перші 30 днів життя поросята споживають молоко свиноматок, а також незначну кількість престаартерного комбікорму [3, 4].

Ріст та розвиток поросят раннього віку значно випереджає розвиток певних структурних органів або систем. Так наприклад процес еритроцитопоезу. В цей період еритроцити недостатньо продукуються та синтезують гемоглобін. Гальмування еритроцитопоезу в печінці та селезінці призводить до активації перебудови еритропоетичної здатності кісткового мозку, що в подальшому негативно відображається на імунній системі та на транспортній функції кисню [5–7]. Продуктивні якості тварин обумовлюються фізіологічними та біохімічними процесами, що відбуваються в живому організмі [8]. Нормальна діяльність усіх органів і систем тварин забезпечується відносною сталістю фізико-хімічних характеристик внутрішнього середовища організму [9].

На ріст та розвиток поросят раннього віку впливає відсутність власного активного імунітету та недорозвиненість шлунково-кишкового тракту, що призводить до поганого засвоєння поживних речовин [9–12]. В зв'язку з цим з метою зниження дії стресу під час підсисного періоду та відлучення є застосування екологічно чистих та високо-ефективних препаратів природного походження. Це особливо є актуальним в найбільш критичні періоди розвитку новонароджених тварин [13–17]. Щоб мінімізувати цей негативний вплив сьогодні використовують широкий спектр кормових добавок та препаратів таких як пробіотики, пребіотики, кислоти, хелатні сполуки фітопрепарати. За останні роки широко набула популярності фітотерапія. Фітопрепарати можна застосовувати із водою та з кормом, що дає можливість вводити їх усім технологічним групам при вирощуванні свиней [18, 19].

Фітопрепарати, такі як рослинні екстракти, можуть мати різний вплив на біохімічні та гематологічні показники крові поросят після народження залежно від їх складу, дозування та методу застосування. Деякі дослідження показують, що деякі рослинні екстракти можуть мати проти-запальний, антиоксидантний та імуномодулюючий ефекти, що може позитивно впливати на здоров'я поросят.

Однак, важливо враховувати, що вплив фітопрепаратів може відрізнитися в залежності від конкретного препарату, його складу, часу

та тривалості застосування. Деякі фітопрепарати можуть мати певні побічні ефекти або взаємодіяти з іншими лікарськими засобами.

Мета дослідження

Метою роботи було вивчити вплив кормової добавки «Активо» на біохімічні та гематологічні зміни крові в поросят раннього віку.

Матеріали і методи

Дослідження проведено в умовах промислового свинокомплексу ТОВ «Барком», Львівської області. Об'єктом дослідження слугували клінічно здорові поросята раннього віку народженні від свиноматок генетики РІС породи велика біла, що мали 2–3 опороси. Для дослідження, за принципом аналогів (5), поросят було сформовано дві групи контрольну (n=116) та дослідну (n=118). Поросят, починаючи із п'ятої доби життя, в пластикові годівниці задавали престаартерний комбікорм в розсипному вигляді. Для дослідної групи в престаартерний комбікорм додатково вводили кормову добавку «Активо» в кількості 0,2 кг/т готового комбікорму. Дослід тривав 28 днів від моменту народження і до відлучення. Схема проведення досліджень наведена у таблиці 1

Таблиця 1
Схема досліджу

Групи	Кількість голів	Характер годівлі
Контрольна	116	Основний раціон (ОР)
Дослідна	118	ОР+ «Активо» – 0,2 кг / т

Для проведення дослідження від тварин контрольної та дослідної групи у поросят раннього віку відбирали кров з краніальної порожнистої вени на 5-ту, 14-ту, 28-му добу. Кров досліджували на біохімічні та гематологічні показники. Біохімічні показники крові поросят визначали на біохімічному аналізаторі Humalyzer 2000.

Під час дослідження було повністю дотримано етичних вимог щодо використання тварин в експериментальних дослідженнях (Страсбург, 1986 р.; Київ, 2002 р.), а методологію дослідження схвалено Комітетом з біоетики Інституту біології тварин НАНУ (протокол № 93-01 від 03.06.2021).

В період досліджу проводили спостереження за поведінкою поросят, наявністю проносів, споживання комбікорму, ріст та розвиток.

В процесі дослідження було використано суміш ефірних олій, що входили в склад кормової добавки «Активо». Дана кормова добавка є комбінацією природних стандартизованих біологічно-активних речовин, виділених із ароматичних трав і спецій, зосереджених в одній мікрокапсульованій частинці. В своєму складі дана добавка містить:

- ефірну олію кориці, яка є смаковим стимулятором та антиоксидантом, що посилює сприйняття запаху та смаку корму, знижує наслідки стресу та захворювань.

- ефірну олію розмарину, яка є антиоксидантом і протизапальним засобом, що знижує окислювальні та запальні реакції, регулює температуру тіла, знижує біль при запальних процесах.

- екстракт перцю чілі, який покращує травлення за рахунок підвищення активності травних ферментів та секрецію шлункового соку. Підвищуючи таким чином, конверсію корму і його смак.

- ефірну олію орегано, що проявляє бактерицидні та антиоксидантні властивості, пригнічуючи ріст і розвиток патогенних грибків та бактерій [20–22].

Отримані результати опрацьовували стандартними методами математичної статистики з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Статистичну вірогідність визначали за критерієм Стюдента.

Таблиця 2

Біохімічні показники крові поросят-сисунів за згодовування кормової добавки «Активо», ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Групи	Доба життя		
		5-та	14-та	28-ма
Альбуміни, г/л	К	25,02±2,35	23,46±2,08	19,24±1,49
	Д	28,34±1,29	27,80±1,72	28,60±1,18**
Кальцій, ммоль/л	К	2,12±0,27	2,30±0,13	2,70±0,15
	Д	2,48±0,19	2,74±0,15	3,12±0,12
Фосфор, ммоль/л	К	3,32±0,14	2,36±0,08	3,78±0,30
	Д	3,74±0,31	2,62±0,11	3,92±0,26
Тригліцериди, ммоль/л	К	1,41±0,16	1,61±0,15	1,34±0,05
	Д	1,55±0,12	1,91±0,22	1,74±0,16*
Холестерин, ммоль/л	К	2,18±0,12	3,90±0,30	2,90±0,22
	Д	2,46±0,20	3,49±0,23	3,12±0,18
Сечовина, ммоль/л	К	5,18±0,31	6,64±0,82	6,16±0,80
	Д	4,06±0,37*	4,56±0,31*	4,32±0,17
АЛТ, МО/л	К	45,24±2,28	47,04±2,76	43,90±2,39
	Д	43,76±1,79	41,92±2,87	37,84±2,26
АСТ, МО/л	К	51,88±4,14	54,20±4,01	55,68±2,07
	Д	45,44±2,30	46,10±12,61	43,50±3,81*

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з показниками у контрольній групі.

У сироватці крові поросят-сисунів обох груп виявлено поступове збільшення вмісту Калію та Фосфору упродовж усього періоду дослідження.

На інтенсивність протеїнового обміну в сироватці крові поросят раннього віку вказує вміст сечовини. Значне зниження сечовини в поросят дослідної групи відмічено на 5-ту та 14-ту добу життя 21,63 % ($p < 0,05$) та 31,33 % ($p < 0,05$) відповідно в порівнянні до контролю. На 28-му добу життя в дослідній групі показники сечовини були також не вірогідно нижчими 29,87 %. Таке зниження даного показника в сироватці крові поросят на підсисному періоді можна пояснити інтенсивністю обміну протеїнів в даний період.

Печінка це один із найважливіший орган, який очищає кров, виконує ферментативну та видільну функції, приймає участь в обміні білків, вітамінів, вуглеводів, мінеральних речовин. Факторами доброї роботи печінки є показники аланінамінотрансфераз (АЛТ) та аспартатамінотрансферази (АСТ), які відповідають за показники роботи серця, печінки,

Результати та їх обговорення

Одним із важливих досліджень в ветеринарній практиці є дослідження периферичної крові, що дає можливість розпізнати не тільки захворювання в кровотворних органах але і інших систем організму.

Впродовж дослідження впливу ефірних компонентів кормової добавки «Активо» на біохімічні показники крові поросят раннього віку бачимо ряд позитивних змін в дослідній групі. Так, позитивний вплив на поросят дослідної групи відмічено на 28-му добу життя при визначенні альбумінів (табл. 2) Даний показник становив 48,65 % ($p < 0,01$) по відношенню до контрольної групи. Збільшення альбумінів може свідчити і про зростання загального протеїну в сироватці крові.

нирок, підшлункової залози. Показники (АЛТ) та (АСТ) як в контрольній так і дослідній групах відповідають фізіологічним нормам що притаманні поросят даного віку. В дослідній групі показники (АЛТ) були дещо нижчими на 5-ту, 14-ту, та 28-му добу 3,27 %, 10,88 % та 13,80 % відповідно у порівнянні із контрольною групою.

Показники (АСТ) в дослідній групі мали статистично нижчий показник на 28-му добу життя 21,87 % ($p < 0,05$).

За результатами гематологічних досліджень крові поросят раннього віку бачимо позитивний вплив фіто компонентів, що входять до складу кормової добавки «Активо» на показники дослідної групи поросят. Відмічено тенденцію щодо плавного зростання усіх життєво важливих показників крові, що наведені в таблиці 3.

Особливу увагу потрібно звернути на зростання еритроцитів у поросят дослідної групи на 14-ту та 28-му добу життя 20,73 % ($p < 0,05$), 31,51 % ($p < 0,05$) відповідно до контрольної групи. Поряд із

зростанням кількості еритроцитів в крові поросят дослідної групи вірогідно зросли показники

гемоглобіну на 14-ту та 28-му добу життя 13,54 % ($p < 0,05$) та 16,95 % ($p < 0,05$) відповідно.

Таблиця 3

Морфологічні показники крові поросят-сисунів за згодовування кормової добавки «Активо», $M \pm m$, ($n=5$)

Показники	Групи	Періоди дослідження		
		5-та	14-та	28-ма
Лейкоцити, г/л, (WBC)	К	9,20±1,04	8,1±1,68	13,2±1,49
	Д	12,36±1,28	11,84±1,07	12,80±1,15
Еритроцити, (RBC)	К	4,45±0,61	5,21±0,30	5,11±0,59
	Д	5,09±0,32	6,29±0,32*	6,72±0,37*
Гемоглобін, (HGB)	К	92,20±7,88	99,0±3,86	96,8±5,15
	Д	101,60±4,64	112,40±4,27*	113,20±4,68*
Гематокрит,%, (HCT)	К	36,4±1,42	39,4±1,37	37,1±2,92
	Д	38,70±2,08	45,22±1,60*	44,90±1,72*
Середній об'єм еритроцита (MCV)	К	73,9±1,36	75,0±1,54	80,9±1,46
	Д	77,56±1,37	81,70±2,28*	86,10±1,27*
Вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH)	К	17,5±1,26	20,0±0,84	18,6 ±0,27
	Д	21,90±1,48	21,20±0,79	20,6±0,48**

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з показниками у контрольній групі.

Як вказують дослідники, гемоглобін, який міститься тільки в еритроцитах, переносить кисень з легень до клітин інших органів. Вміст гемоглобіну та еритроцитів у крові має велике значення для нормальної життєдіяльності всіх клітин і органів, оскільки за його нестачі клітини організму не отримують необхідної кількості кисню, в результаті чого порушуються обмін речовин і функції організму [13]. Вірогідне статистичне зростання гемоглобіну в еритроцитах в дослідній групі на 28-ій добі життя на 10,76 % ($p < 0,01$) по відношенню до контролю, що свідчить про стимулюючий вплив ефірних олій на киснево-транспортну функцію крові.

Гематокрит – це частина об'єму крові, що припадає на еритроцити. Даний показник є в межах фізіологічної норми, що відповідає даному віку життя поросят. На період 14-ї та 28-ї доби життя поросят ми бачимо вірогідне зростання даного показника 14,78 % ($p < 0,05$) та 21,03 % ($p < 0,05$) відповідно. Низькі показники гематокриту в крові можуть свідчити про низький рівень загального білку в крові. Виходячи із біохімічних показників крові поросят на 14-ту та 28-му добу життя поросят рівень альбумінів в дослідній групі був вищим 18,50 % та 48,65 % ($p < 0,01$) відповідно.

Висновки

1. Використання в комбікормі ефірних компонентів вплинуло на зростання еритроцитів у поросят дослідної групи на 14-ту та 28-му добу життя 20,73% ($p < 0,05$), 31,51% ($p < 0,05$).

2. Поряд із зростанням кількості еритроцитів в крові поросят дослідної групи вірогідно зросли показники гемоглобіну на 14-ту та 28-му добу життя 13,54% ($p < 0,05$), 16,95% ($p < 0,05$).

3. Кормова добавка «Активо» при застосуванні в престаартерних кормах для поросят раннього віку показала вірогідне збільшення на 28-му добу життя

вмісту альбумінів на 48,65% ($p < 0,01$), порівняно з тваринами контрольної групи.

Подяки

Висловлюємо слова вдячності директору ТОВ «Барком» В. М. Куйбіді та ветеринарному лікареві Д. О. Петрусян за надану можливість та допомогу в проведенні дослідження на базі даного господарства. Велика подяка Шурло Володимиру та ТОВ «Альфа Вет» за надану кормову добавку «Активо» для дослідження. Також хочемо подякувати працівникам Лабораторії Імунології Інституту Біології Тварин НААН за проведення морфологічних досліджень крові.

Конфлікт інтересів


Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Voitenko, S. L., Piskovyi, M. B., & Petrenko, S. M. (2008). Metodolohichni pidkhody do zberezhenia ta ratsionalnoho vykorystannia svynei lokalnykh porid. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrahnoho Universytetu*, 10 (15), 45–49. [in Ukrainian]
2. Gyria, V. M., Usachova, V. Y., Myronenko, O. I., & Slynko, V. G. (2019). Thermal comfort and productivity of pigs. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 105–112. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.13>
3. Hryshyna, L. P., & Onyshchenko, A. O. (2022). Determination of the sensitivity of young pigs of different genotypes. *Taurian Scientific Herald*, 128, 233–241. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.32>
4. Sinkora, J., Rehakova, Z., Sinkora, M., Cukrowska, B., & Tlaskalova-Hogenova, H. (2002). Early development of immune system in pigs. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 87 (3-4), 301–306. [https://doi.org/10.1016/s0165-2427\(02\)00056-9](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(02)00056-9)
5. Antoniuk, H. L., Panas, N. Ie., Babych, T. V., Pershyn, O. I., & Antoniuk, T. O. (2003). Ontohetnychni osoblyvosti hemopoezu u tvaryn. *Biologia Tvaryn*, 5, 59–62. [in Ukrainian]

6. Antoniuk, H. L. (2002). Osoblyvosti hemopoezu u tvaryn na rannikh stadiakh postnatalnoho rozvytku. *Extended abstract of candidate's thesis*. Lviv [in Ukrainian]
7. Antoniuk, H. L., Solohub, L. I., Snitynskyi, V. V., & Babych, N. O. (2006). *Zalizo v orhanizmi ljudyny i tvaryn: biokhimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty*. Lviv [in Ukrainian]
8. Prudyus, T. Y., Gutsol, A. V., & Gutsol, N. V. (2022). Morphological and biochemical blood parameters of piglets feeding the feed additive "Activo." *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (108), 192–197. <https://doi.org/10.32718/nvvet10828>
9. Prudyus, T. (2023). Morphological characteristics of the duodenum of piglets fed with various feed additives. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (2), 266–272. <https://doi.org/10.15421/022339>
10. Ferret-Bernard, S., & Le Huërou-Luron, I. (2020). 6. Development of the intestinal immune system in young pigs – role of the microbial environment. *The Suckling and Weaned Piglet*, 159–177. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0_6
11. Haley, P. (2011). The Immune System of Pigs. *The Minipig in Biomedical Research*, 343–356. <https://doi.org/10.1201/b11356-29>
12. Panikar, I. I., & Nychuk, S. A. (2014). Zminy morfolohichnykh pokaznykiv peryferychnoi krovi porosiat pershoho misiatsia zhyttia. *Biolohiia Tvaryn*, 16 (4), 115–121. [in Ukrainian]
13. Salyha, N. O. (2011). Vplyv L-hliutaminovoi kysloty na okremi pokaznyky krovi shchuriv. *Biolohiia Tvaryn*, 13 (1–2), 159–163. [in Ukrainian]
14. Sauer, N., Mosenthin, R., & Bauer, E. (2011). The role of dietary nucleotides in single-stomached animals. *Nutrition Research Reviews*, 24 (1), 46–59. <https://doi.org/10.1017/s0954422410000326>
15. Molist, F., van Eerden, E., Parmentier, H. K., & Vuorenmaa, J. (2014). Effects of inclusion of hydrolyzed yeast on the immune response and performance of piglets after weaning. *Animal Feed Science and Technology*, 195, 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.04.020>
16. Kim, J. S., Ingale, S. L., Hosseindoust, A. R., Lee, S. H., Lee, J. H., & Chae, B. J. (2017). Effects of mannan level and β -mannanase supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility and blood metabolites of growing pigs. *Animal*, 11 (2), 202–208. <https://doi.org/10.1017/s1751731116001385>
17. Bontempo, V., Di Giancamillo, A., Savoini, G., Dell'Orto, V., & Domeneghini, C. (2006). Live yeast dietary supplementation acts upon intestinal morpho-functional aspects and growth in weaning piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 129 (3–4), 224–236. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.12.015>
18. Chyzhanska, N. V., Kuzmenko, L. M., & Polishchuk, A. A. (2021). Scientific bases for the use of phyto-genic supplements in pig fattening. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 157–161. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.19>
19. Zeng, Z., Xu, X., Zhang, Q., Li, P., Zhao, P., Li, Q., Liu, J., & Piao, X. (2014). Effects of essential oil supplementation of a low-energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs. *Animal Science Journal*, 86 (3), 279–285. <https://doi.org/10.1111/asj.12277>
20. Reichling, J., Schnitzler, P., Suschke, U., & Saller, R. (2009). Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties – an overview. *Complementary Medicine Research*, 16 (2), 79–90. <https://doi.org/10.1159/000207196>
21. Hall, H. N., Wilkinson, D. J., & Le Bon, M. (2021). Oregano essential oil improves piglet health and performance through maternal feeding and is associated with changes in the gut microbiota. *Animal Microbiome*, 3 (1). <https://doi.org/10.1186/s42523-020-00064-2>
22. Serrano-Jara, D., Rivera-Gomis, J., Tornel, J. A., Jordán, M. J., Martínez-Conesa, C., & Pablo, M. J. C. (2023). Oregano essential oil and purple garlic powder effects on intestinal health, microbiota indicators and antimicrobial resistance as feed additives in weaning piglets. *Animals*, 14 (1), 111. <https://doi.org/10.3390/ani14010111>

ORCID

T. Prudyus  <https://orcid.org/0000-0003-3594-7539>
 R. Kaminskiy  <https://orcid.org/0009-0006-0870-6325>



© 2024 Prudyus T. and Kaminskiy R. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Diagnostic efficiency of modern parasitology methods of coproovoscopy for heteracosis of chicken

O. Omelchenko¹ | I. Derkach²

Article info

Correspondence Author
O. Omelchenko
E-mail:
omelch79@ukr.net¹Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Polkovnyka Potiekhina Str.,
16, 03121, Kyiv, Ukraine**Citation:** Omelchenko, O., & Derkach, I. (2024). Diagnostic efficiency of modern parasitology methods of coproovoscopy for heteracosis of chicken. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 112–117. doi: 10.31210/spi2024.27.01.19

One of the links of successful fight against and prevention of nematodes of chickens is timely lifelong laboratory diagnostics, which is based on the detection of parasite eggs in copro tests. Among the priorities are flotation methods, the essence of which is the use of solutions with a high specific gravity, which causes nematode eggs to float to the surface of the flotation liquid. The effectiveness of these methods depends on the composition of the flotation liquid and the specific gravity of the eggs of the causative agents of nematodes. The aim of the research was to establish the diagnostic efficiency of modern coproovoscopy methods for heteracosis in chickens. Four flotation methods were tested under experimental conditions, namely: Kotelnikov-Khrenov's (using a solution of ammonium nitrate), Dakhno's (using bischofite), Natiahla's (using a mixture of sugar and sodium chloride solutions), and Starodub's (using a mixture of sugar and sodium chloride solutions) calcium nitrate) for exposures of 10, 15, 20 and 25 minutes. The conducted studies have established that the most effective method for heteracosis of chickens was the Starodub's method, where the average number of nematode eggs detected in 1 g of feces was 79.2 specimens after exposure for 25 minutes. (with fluctuations from 60 to 120 eggs/g). This method, with exposure of 25 minutes, turned out to be more effective than Natiahla's method by 16.41 % (infestation intensity – 66.2 eggs/g for fluctuations from 40 to 100 eggs/g), by 30.05 % according to Dakhno's method (intensity of invasion – 55.4 eggs/g for fluctuations from 24 to 92 eggs/g), according to the Kotelnikov-Khrenov's method – by 39.9 % (intensity of invasion – 47.6 eggs/g for fluctuations from 36 to 64 eggs/g). It was found that when detecting the eggs of the causative agents of heteracosis of chickens, the diagnostic efficiency of the methods under different exposures (10, 15, 20, 25 min) was according to Starodub's – 100 %, according to Natiahla's – 100 %, according to Dakhno's – 95–100 %, according to Kotelnikov-Khrenov's – 75–100 %. The results of the conducted research proved the expediency and high efficiency of lifetime diagnosis of heteracosis of chickens using a mixture of sugar and calcium nitrate solutions as a flotation liquid, where the exposure time of the studied samples is 25 minutes.

Keywords: parasitology, chickens, heteracosis, methods of coproovoscopy, flotation, lifelong diagnosis, efficiency.

Діагностична ефективність сучасних паразитологічних методів копроовоскопії за гетеракозу курей

O. В. Омельченко¹ | I. М. Деркач²¹Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

Однією з ланок успішної боротьби та профілактики за нематодозів курей є своєчасна життєва лабораторна діагностика, яка ґрунтується на виявленні у копропробах яєць паразитів. До пріоритетних відносять методи флоатації, сутність яких полягає у використанні розчинів з високою питомою вагою, що обумовлює спливання яєць нематод на поверхню флоатаційної рідини. Ефективність цих методів залежить від складу флоатаційної рідини та питомої ваги яєць збудників нематодозів. Метою досліджень було встановити діагностичну ефективність сучасних методів копроовоскопії за гетеракозу курей. В експериментальних умовах проведено випробування чотирьох методів флоатації, а саме: Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Дахно (з використанням бішофіту), Натяглої (з використанням суміші розчинів цукру і натрію хлориду) та Стародуба (з використанням суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри) за експозицій 10, 15, 20 та 25 хвилин. Проведеними дослідженнями встановлено, що найбільш ефективним за гетеракозу курей виявився спосіб за Стародубом, де за експозиції 25 хв середня кількість виявлених яєць нематод у 1 г посліду становила 79,2 екз. (за коливань від 60 до 120 яєць/г). Цей спосіб за експозиції 25 хв виявився ефективнішим за метод Натяглої – на 16,41 % (інтенсивність інвазії – 66,2 яєць/г за коливань від 40 до 100 яєць/г), за метод Дахна – на 30,05 % (інтенсивність інвазії – 55,4 яєць/г за коливань від 24 до 92 яєць/г), за метод Котельникова-Хренова – на 39,9 % (інтенсивність інвазії – 47,6 яєць/г за коливань від 36 до 64 яєць/г). З'ясовано, що при виявленні яєць збудників гетеракозу курей діагностична ефективність способів за різних експозицій (10, 15, 20, 25 хв) становила за Стародубом – 100 %, за Натяглою – 100 %, за Дахно – 95–100 %, за Котельниковим-Хреновим – 75–100 %. Результатами проведених досліджень доведено доцільність застосування та високу ефективність життєвої діагностики гетеракозу курей з використанням в якості флоатаційної рідини суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри, де термін експозиції досліджуваних проб становить 25 хв.

Ключові слова: паразитологія, кури, гетеракоз, методи копроовоскопії, флоатація, життєва діагностика, ефективність.**Бібліографічний опис для цитування:** Омельченко О. В. Деркач І. М. Діагностична ефективність сучасних паразитологічних методів копроовоскопії за гетеракозу курей. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 112–117.

Вступ

При підлоговому способі утримання курей на глибокій незмінній підстилці гетеракоз має значне поширення у господарствах більшості країн світу. Ця інвазія завдає вагомих економічних втрат галузі птахівництву [1–5]. Збудник хвороби – нематода *Heterakis gallinarum* є екологічно адаптованою до кліматичних умов багатьох географічних зон світу. Причому яйця цих нематод резистентні до дії фізичних та хімічних факторів, що сприяє значному розповсюдженню гетеракозу серед сприйнятливих хазяїв. Гетеракиси, за даними більшості дослідників, можуть викликати значні патологічні зміни у різних органах, зокрема, у сліпих кишках та печінці, реакція яких проявляється у розвитку тифлітів, ентерогепатитів, а за високої інтенсивності інвазії – можуть призводити до летального наслідку [6–10].

Основою профілактики та боротьби за нематодозних захворювань є своєчасне і точне діагностування, яке переважно, засноване на проведенні жабиттєвої гельмінтокопроскопії. З цією метою запропоновано значну кількість флотаційних і комбінованих методів як загальних, запропонованих для діагностики гельмінтозів як людей, так і тварин, так і специфічних, запропонованих за тих чи інших інвазій [11–15].

Багато праць науковців присвячено визначенню ефективності способів копроовоскопії за різних інвазійних захворювань, а також удосконаленню нових методів, які є більш ефективними. Так, авторами проведено порівняння впливу використання різних флотаційних розчинів у техніці Mini-FLOTAC для виявлення паразитів у диких птахів. З цією метою застосовували для виготовлення флотаційного розчину кухонну сіль (NaCl, питома вага 1,20) і сульфат цинку (ZnSO₄, питома вага 1,35). Незалежно від виду хазяїна, зразки фекалій, досліджені за допомогою методу Mini-FLOTAC з використанням ZnSO₄, показали значно вищі рівні виявлення яєць паразитів (стронгілід, капілярій, цестод і трематод), ніж зразки, досліджені з використанням розчину NaCl [16].

Є повідомлення вітчизняних науковців, які зазначають про високу ефективність запропонованих ними методик. Так, найбільш ефективним для виявлення яєць *Trichuris suis* виявився удосконалений спосіб жабиттєвої копроовоскопічної діагностики трихурузу свиней. Його ефективність перевищувала результативність способів за використання: насиченого розчину натрію хлориду (Фюллеборна) – на 44,69 %, аміачної селітри (Котельникова-Хренова) – на 36,36 %, розчину глюкози (Євстаф'євої) – на 31,20 % [17].

Також, авторами було встановлено високу ефективність запропонованого способу діагностики езофагостомозу свиней. Його результативність перевищувала результати відомих методів Котельникова-Хренова, Маллорі та Фюллеборна на 28,1, 29,7 та 49,4 % (P<0,001) відповідно [18].

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити діагностичну ефективність сучасних методів копроовоскопії за гетеракозу курей.

Матеріали і методи

Дослідження проводилися упродовж 2023 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету.

Для визначення діагностичної ефективності жабиттєвих способів копроовоскопії за гетеракозу курей проведено експериментальне випробування чотирьох різних способів, а саме: Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Дахно (з використанням бішофіту), Натяглої (з використанням суміші розчинів цукру і натрію хлориду) та Стародуба (з використанням суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри) [19–25].

Для досліду використовували зразки посліду від інвазованої гетеракисами птиці, що утримувалась в приватних господарствах Полтавської області. Кожним флотаційним розчином було досліджено 20 зразків посліду. Відстоювання зразків у кожному з флотаційних розчинів проводили за експозицій 10, 15, 20 та 25 хв. Підрахунок кількості виявлених яєць гетеракисів проводили у 1 г посліду (яєць/г).

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (M), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (P) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що за використання всіх випробуваних способів копроовоскопії були виділені яйця гетеракисів (рис. 1). Водночас, їх діагностична ефективність була різною.

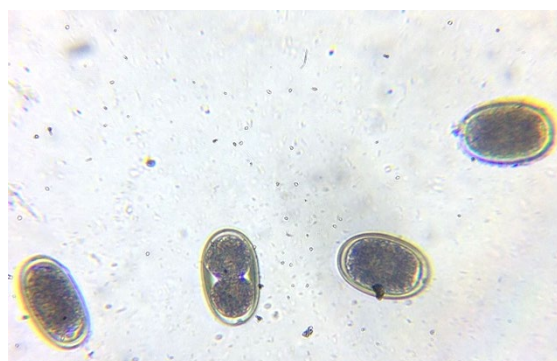


Рис. 1. Яйця нематод *Heterakis gallinarum*, виділені за флотаційними методиками (× 150)

Так, за різних експозицій ефективність діагностики гетеракозу курей становила за Стародубом – 100 %, за Натяглою – 100 %, за Дахно – 95–100 %, за Котельниковим-Хреновим – 75–100 % (рис. 2).

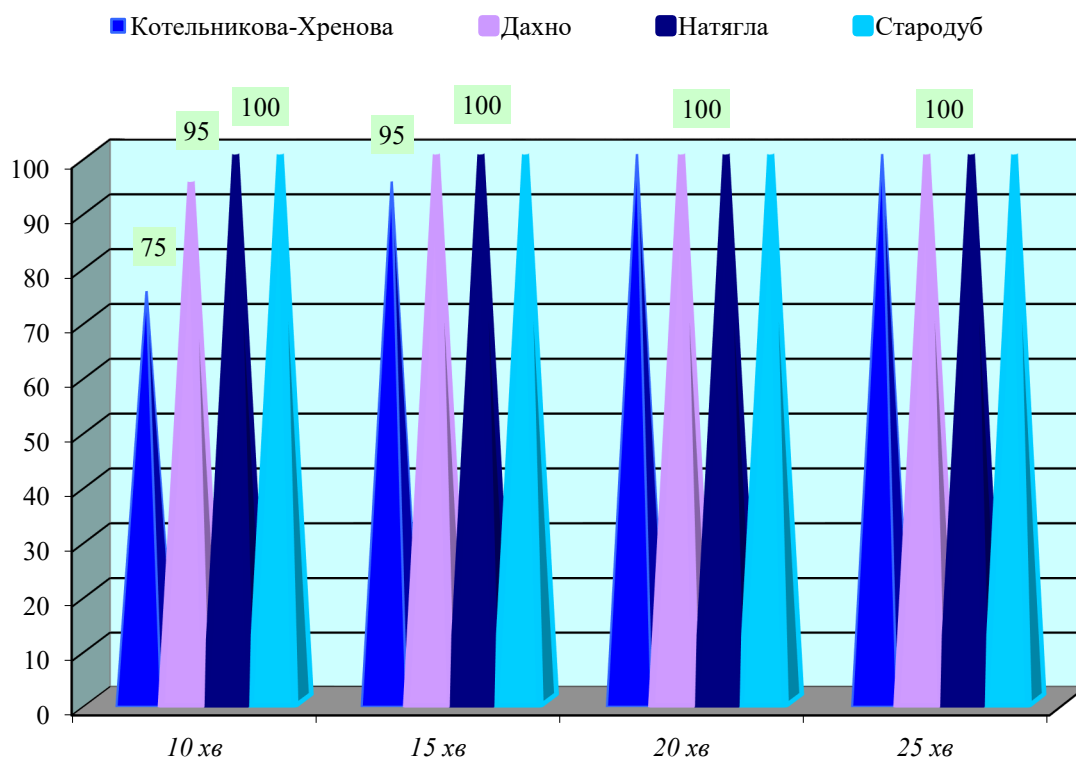


Рис. 2. Відсоток (%) позитивних зразків, виявлених за допомогою випробуваних способів копроовоскопії при діагностиці гетеракозу курей

Проведеними дослідженнями встановлено високу діагностичну ефективність способу за Стародубом, де за експозиції 10 хв було виявлено в середньому $39,60 \pm 12,17$ яєць/г (за коливань від 20 до 72 яєць/г). Даний спосіб виявився ефективнішим за

метод Котельникова-Хренова – на 56,24 % ($17,33 \pm 7,04$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Дахна – на 39,92 % ($23,79 \pm 11,03$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Натяглої – на 23,74 % ($30,20 \pm 10,58$ яєць/г, $P < 0,01$) (рис. 3).

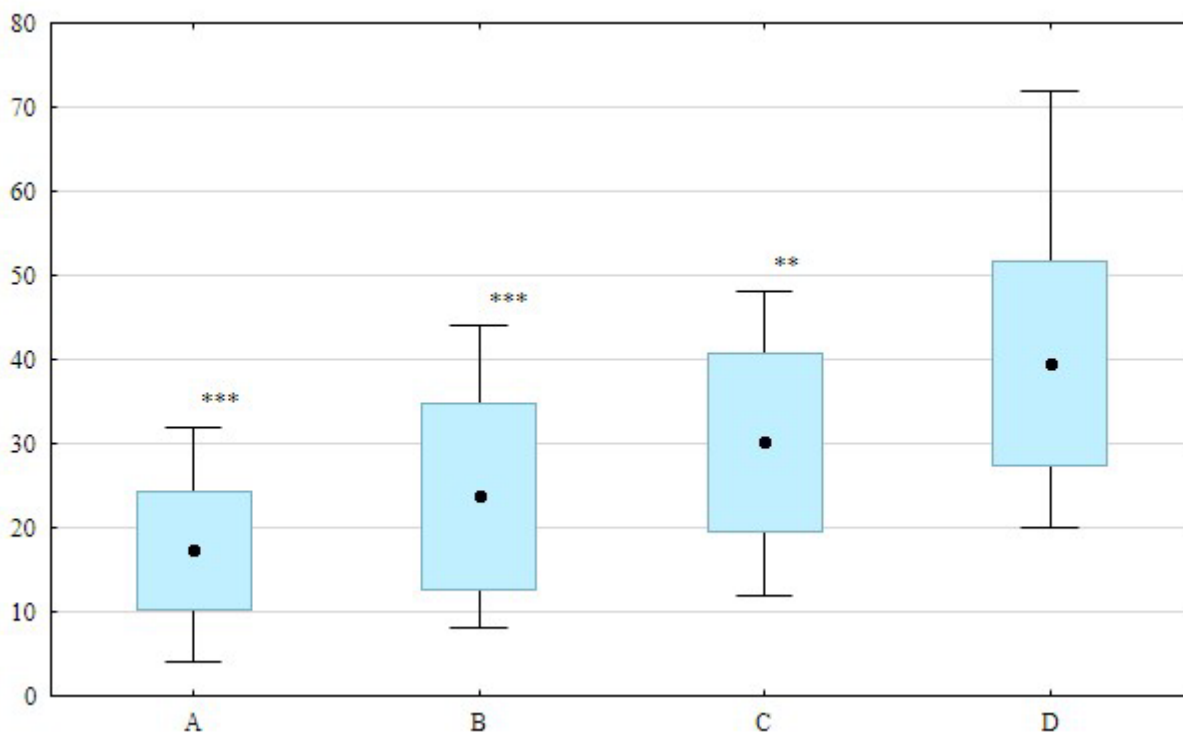


Рис. 3. Порівняльна ефективність способів діагностики гетеракозу курей за експозиції 10 хв: А – за Котельниковим-Хреновим; В – за Дахно; С – за Натяглою; D – за Стародубом (n=20); ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – порівняно зі способом D

За експозиції 15 хв способом Стародуба при діагностиці гетеракозу курей було виявлено в середньому $73,20 \pm 16,37$ яєць/г (за коливань від 44 до 108 яєць/г). Даний спосіб виявився ефективнішим

за метод Котельникова-Хренова – на 67,79 % ($23,58 \pm 9,42$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Дахна – на 51,64 % ($35,40 \pm 11,55$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Натяглої – на 39,34 % ($44,40 \pm 12,17$ яєць/г, $P < 0,001$) (рис. 4).

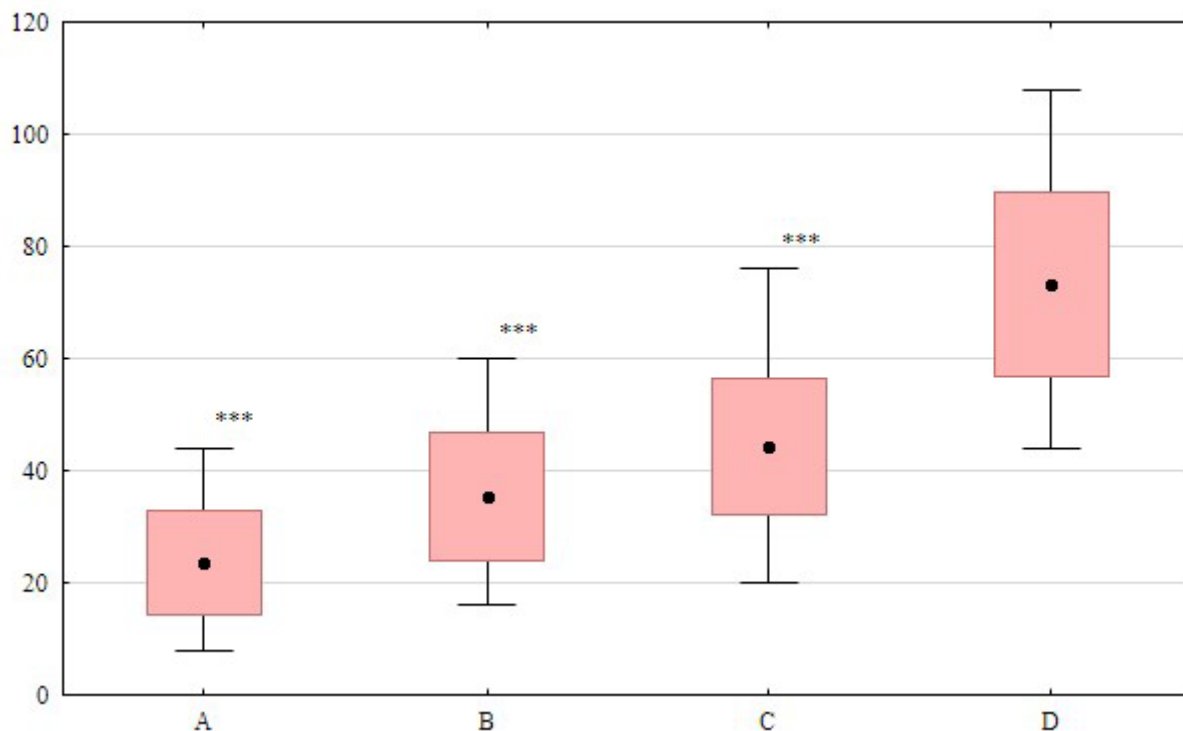


Рис. 4. Порівняльна ефективність способів діагностики гетеракозу курей за експозиції 15 хв: А – за Котельниковим-Хреновим; В – за Дахно; С – за Натяглою; D – за Стародубом ($n=20$); *** $P < 0,001$ – порівняно зі способом D

За експозиції 20 хв способом Стародуба при діагностиці гетеракозу курей було виявлено в середньому $77,80 \pm 16,02$ яєць/г (за коливань від 48 до 116 яєць/г). Даний спосіб виявився ефективнішим

за метод Котельникова-Хренова – на 47,04 % ($41,20 \pm 7,90$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Дахна – на 27,25 % ($56,60 \pm 18,23$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Натяглої – на 17,22 % ($64,40 \pm 17,60$ яєць/г, $P < 0,05$) (рис. 5).

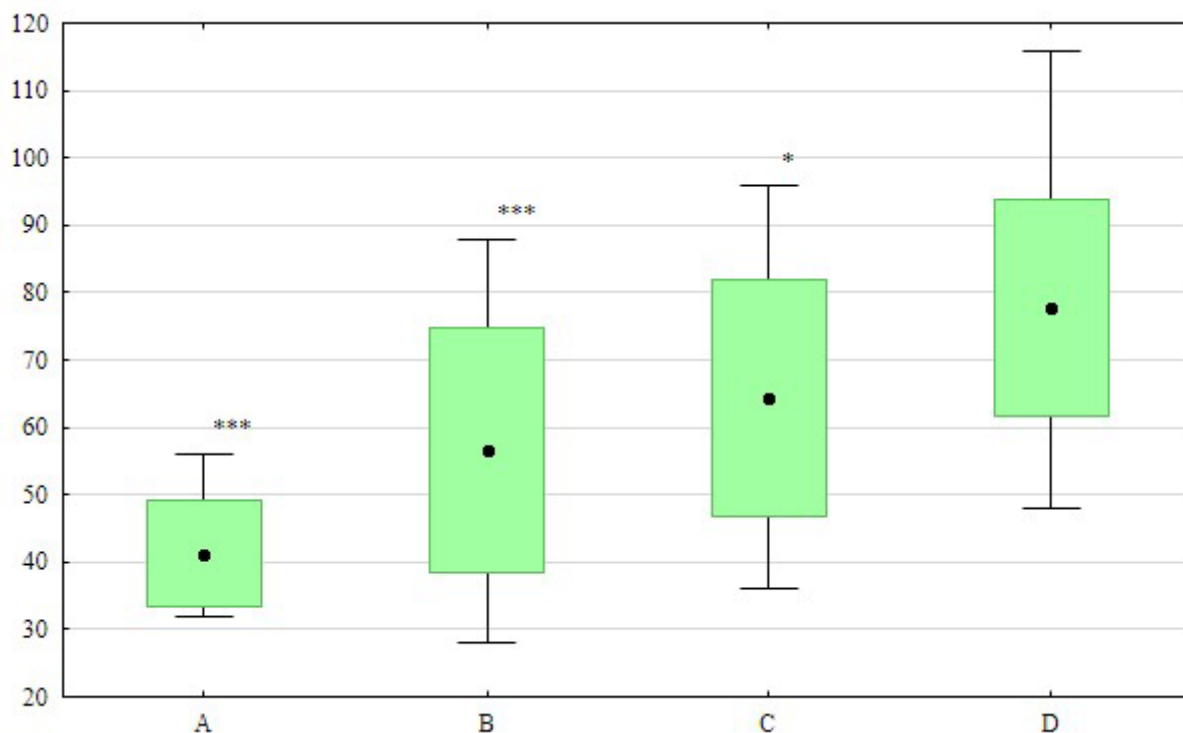


Рис. 5. Порівняльна ефективність способів діагностики гетеракозу курей за експозиції 20 хв: А – за Котельниковим-Хреновим; В – за Дахно; С – за Натяглою; D – за Стародубом ($n=20$); * $P < 0,05$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі способом D

За експозиції 25 хв способом Стародуба при діагностиці гетеракозу курей було виявлено найбільшу кількість яєць нематод – $79,20 \pm 16,34$ яєць/г (за коливань від 60 до 120 яєць/г). Даний спосіб виявився ефектив-

нішим за метод Котельникова-Хренова – на 39,9 % ($47,60 \pm 8,96$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Дахна – на 30,05 % ($55,40 \pm 20,28$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Натяглої – на 16,41 % ($66,20 \pm 17,29$ яєць/г, $P < 0,05$) (рис. 6).

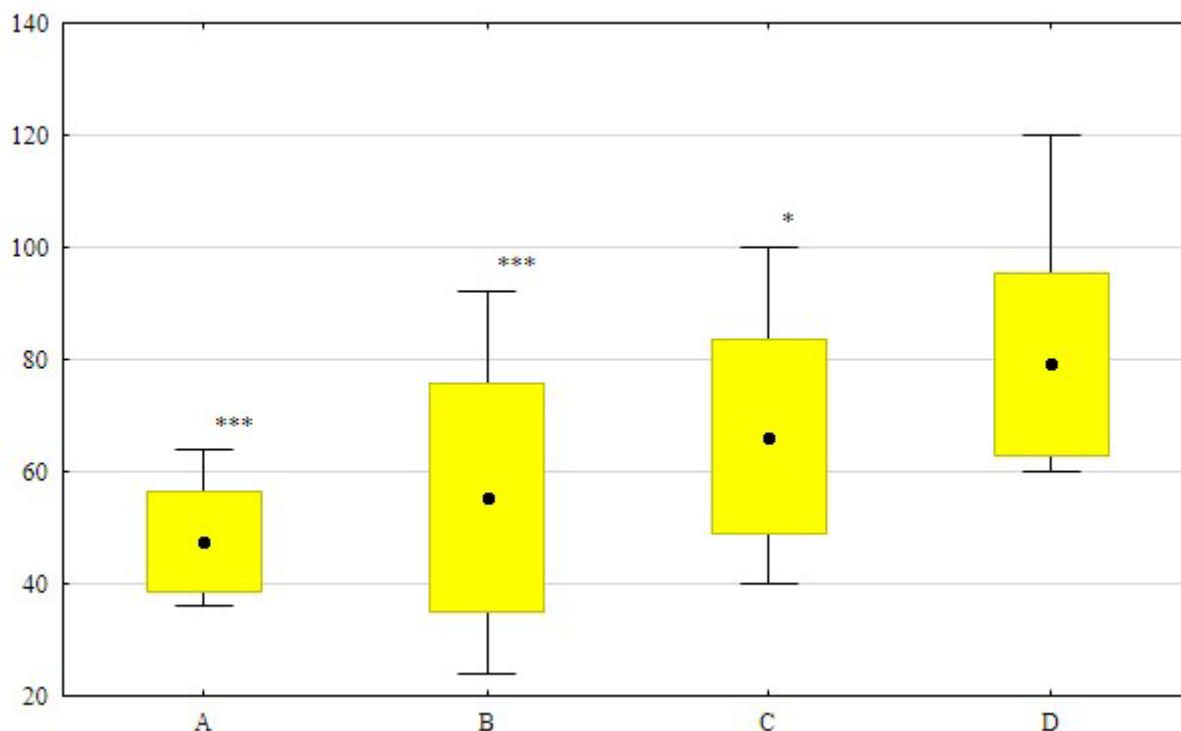


Рис. 6. Порівняльна ефективність способів діагностики гетеракозу курей за експозиції 25 хв: А – за Котельниковим-Хреновим; В – за Дахно; С – за Натяглою; D – за Стародубом ($n=20$); * $P < 0,05$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі способом D

Науковці свідчать про значне поширення гетеракозу серед птахів, зокрема курей, де основою профілактики та боротьби є своєчасне і точне діагностування, яке засноване на проведенні захиттєвої гельмінтокопроскопії з використанням флотаційних методик, що мають різну ефективність [2, 3, 11–14]. Тому, актуальним є випробування діагностичної ефективності різних сучасних методик за гетеракозу курей. З цією метою порівнювали методи Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Дахно (з використанням бішофіту), Натяглої (з використанням суміші розчинів цукру і натрію хлориду) та Стародуба (з використанням суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри).

Проведеними дослідженнями встановлено, що найбільш ефективним за гетеракозу курей виявився спосіб за Стародубом, де за експозиції 25 хв середня кількість виявлених яєць гетеракісів у 1 г посліду становила 79,2 екз. (за коливань від 60 до 120 яєць/г). Цей спосіб за експозиції 25 хв виявився ефективнішим за метод Натяглою – на 16,41 % (інтенсивність інвазії – 66,2 яєць/г за коливань від 40 до 100 яєць/г), за метод Дахна – на 30,05 % (інтенсивність інвазії – 55,4 яєць/г за коливань від 24 до 92 яєць/г), за метод Котельникова-Хренова – на 39,9 % (інтенсивність інвазії – 47,6 яєць/г за коливань від 36 до 64 яєць/г). З'ясовано, що при виявленні яєць збудників гетеракозу курей діагностична ефективність способів за різних експозицій (10, 15, 20, 25 хв) становила за

Стародубом – 100 %, за Натяглою – 100 %, за Дахно – 95–100 %, за Котельниковим-Хреновим – 75–100 %.

Є повідомлення науковців, які доводять високу ефективність способу з використанням в якості флотаційної рідини суміші розчинів цукру і натрію хлориду при діагностиці капіляріозу курей. Згідно отриманих ними даних, удосконалений спосіб показав вищий результат щодо інтенсивності інвазії, ніж загальновідомі способи: Фюллеборна (на 21,5–47,4 %, $P < 0,001$), Котельникова-Хренова (на 14,7–15,5 %, $P < 0,05$ – $P < 0,001$), Маллорі (на 5,4–9,9 %, $P < 0,05$) та методу із використанням карбаміду (на 3,0–6,3 %, $P < 0,01$) [23]. Також, автори підтверджують отримані нами дані щодо високої ефективності способу з використанням в якості флотаційної рідини суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри при діагностиці трихостронгільозу гусей. Показники інтенсивності інвазії за удосконаленим авторами способом виявилися вищими порівняно зі способами Котельникова-Хренова – на 35,38–51,30 % ($P < 0,05$... $P < 0,001$), Маллорі – на 33,07–54,99 % ($P < 0,05$... $P < 0,001$), Мельничука – на 23,11 % ($P < 0,05$) [25].

Результатами проведених досліджень доведено доцільність застосування та високу ефективність захиттєвої діагностики гетеракозу курей з використанням в якості флотаційної рідини суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри, де термін експозиції досліджуваних проб становить 25 хв.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено високу ефективність комбінованого флотаційного способу зажиттєвої лабораторної діагностики гетеракозу курей з використанням в якості флотаційної суміші розчинів цукру і кальцієвої селітри за експозицій 10–25 хв. За використання даного способу результативність виявлення яєць гетеракісів перевищувала значення, отримані при застосуванні методу Котельникова-Хренова – на 39,9–67,79 %, методу Дахна – на 27,25–51,64 %, методу Натяглої – на 16,41–23,74 %.


Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Greenawalt, D., Yabsley, M. J., Williams, L., Casale, M. J., Boyd, R., Debelak, E., Wildlicka, H., Phillips, E., Wallner-Pendleton, E., Dunn, P., & Brown, J. (2020). Surveillance for *Heterakis* spp. in game birds and cage-free, floor-raised poultry in Pennsylvania. *Avian Diseases*, 64 (2), 210–215. <https://doi.org/10.1637/0005-2086-64.2.210>
- Draycott, R. A., Parish, D. M., Woodburn, M. I., & Carroll, J. P. (2000). Spring survey of the parasite *Heterakis gallinarum* in wild-living pheasants in Britain. *The Veterinary Record*, 147 (9), 245–246. <https://doi.org/10.1136/vr.147.9.245>
- Lund, E. E., Chute, A. M., & Myers, S. L. (1970). Performance in chickens and turkeys of chicken-adapted *Heterakis gallinarum*. *Journal of Helminthology*, 44 (1), 97–106. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00021489>
- Shifaw, A., Feyera, T., Walkden-Brown, S. W., Sharpe, B., Elliott, T., & Ruhnke, I. (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 100 (5), 101082. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101082>
- Sarba, E. J., Bayu, M. D., Gebremedhin, E. Z., Motuma, K., Leta, S., Abdisa, K., Kebebew, G., & Borena, B. M. (2019). Gastrointestinal helminths of backyard chickens in selected areas of West Shoa Zone Central, Ethiopia. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 15, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100265>
- Tompkins, D. M., Greenman, J. V., Robertson, P. A., & Hudson, P. J. (2000). The role of shared parasites in the exclusion of wildlife hosts: *Heterakis gallinarum* in the ring-necked pheasant and the grey partridge. *The Journal of Animal Ecology*, 69 (5), 829–840. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2000.00439.x>
- Menezes, R. C., Tortelly, R., Gomes, D. C., & Pinto, R. M. (2003). Nodular typhlitis associated with the nematodes *Heterakis gallinarum* and *Heterakis isolonche* in pheasants: frequency and pathology with evidence of neoplasia. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98 (8), 1011–1016. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762003000800005>
- Noor, R., Javid, A., Hussain, A., Bukhari, S. M., Hussain, I., Suleman, S., Malik, S., Amin, F., Azam, S. M., Ali, K., Mustafa, G., Hussain, M., Ahmad, A., & Ali, W. (2021). Prevalence of parasites in selected captive bird species. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e254251. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.254251>
- Sage, R. B., Woodburn, M. I., Davis, C., & Aebischer, N. J. (2002). The effect of an experimental infection of the nematode *Heterakis gallinarum* on hand-reared grey partridges *Perdix perdix*. *Parasitology*, 124 (Pt 5), 529–535. <https://doi.org/10.1017/s0031182002001403>
- Fine, P. E. (1975). Quantitative studies on *Heterakis gallinarum* infections in the common fowl, *Gallus gallus* L. *Journal of Helminthology*, 49 (4), 229–243. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00026237>
- Cringoli, G., Maurelli, M. P., Levecke, B., Bosco, A., Vercurryse, J., Utzinger, J., & Rinaldi, L. (2017). The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. *Nature Protocols*, 12 (9), 1723–1732. <https://doi.org/10.1038/nprot.2017.067>
- Barda, B., Zepherine, H., Rinaldi, L., Cringoli, G., Burioni, R., Clementi, M., & Albonico, M. (2013). Mini-FLOTAC and Kato-Katz: helminth eggs watching on the shore of lake Victoria. *Parasites & Vectors*, 6 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-220>
- do Nascimento Ramos, I. C., Ramos, R. A. N., de Macedo, L. O., de Carvalho, G. A., & Alves, L. C. (2022). The application of the FLOTAC technique for detection of helminth eggs of medical and veterinary importance in soil samples. *Experimental Parasitology*, 242, 108379. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2022.108379>
- Barda, B., Cajal, P., Villagran, E., Cimino, R., Juarez, M., Krolewiecki, A., Rinaldi, L., Cringoli, G., Burioni, R., & Albonico, M. (2014). Mini-FLOTAC, Kato-Katz and McMaster: three methods, one goal; highlights from north Argentina. *Parasites & Vectors*, 7, 271. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-271>
- Cringoli, G. (2004). Coprological diagnosis: what's new? *Parasitologia*, 46 (1-2), 137–139.
- Lobos-Ovalle, D., Navarrete, C., Navedo, J. G., Peña-Espinoza, M., & Verdugo, C. (2021). Improving the sensitivity of gastrointestinal helminth detection using the Mini-FLOTAC technique in wild birds. *Parasitology Research*, 120 (9), 3319–3324. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07267-9>
- Melnichuk, V. V., & Halat, V. F. (2015). *Rekomendatsii shchodo diahnozytyky, zakhodiv borotby ta profilaktyky trykhurozu svynei*. Poltava: TOV NVP «Ukrpromtorhservis» [in Ukrainian]
- Manoilo, Yu. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenoho sposobu koproovoskopichnoi diahnozytyky ezofahostomozu svynei. *Biuletyn «Veterynarna Biotekhnologiya»*, 28, 181–187. [in Ukrainian]
- Kotelnikov, G. A. (1974). *Diagnostics of animal helminthiasis*. Koloss, Moscow.
- Dakhno I. S., Dakhno, Y. I., & Dakhno, H. P. (2003). Patent № 62888 UA. *A method for the life-time diagnostics of ascariasis, trichuriasis, esophagomostose and metastrongylosis of pigs*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/372750/>
- Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintologiya*. Sumy: Kozatskyi val [in Ukrainian]
- Natiahla, I. V., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2016). Patent № 111568 UA. *Sposib zazhyttievoi koproovoskopichnoi diahnozytyky kapilariozu kurei*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/634054/> [in Ukrainian]
- Yevstafieva, V. O., Natiahla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). Porivnialna efektyvnist zazhyttievykh sposobiv koproovoskopichnoi diahnozytyky kapilariozu kurei. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya: Veterynarna Medytsyna*, 11 (39), 150–154. [in Ukrainian]
- Starodub, Ye. S., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2003). Patent № 134930 UA. *Sposib zazhyttievoi koproovoskopichnoi diahnozytyky trykhostronhilozu husei*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1364451/> [in Ukrainian]
- Starodub, Y. S. (2019). Improving coproscopic diagnostics of trichostrongylosis of geese. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 222–226. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.26>

ORCID

- O. Omelchenko  <https://orcid.org/0009-0003-2012-1563>
I. Derkach  <https://orcid.org/0000-0002-0149-7923>



© 2024 Omelchenko O. and Derkach I. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Veterinary and sanitary assessment of raw milk for improvement of technology to increase quality and safety in private JSC "Podillya" food company

V. Kotelevych✉ | S. Huralska | V. Olishevskiy

Article info

Correspondence Author

V. Kotelevych

E-mail:

valya.kotelevich@ukr.netPolissia National University,
Staryi Bulvar, 7,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

Citation: Kotelevych, V., Huralska, S., & Olishevskiy, V. (2024). Veterinary and sanitary assessment of raw milk for improvement of technology to increase quality and safety in private JSC "Podillya" food company. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 118–125. doi: 10.31210/spi2024.27.01.20

Milk is a unique product in terms of nutrients, biological value, production profitability and demand in the consumer market, it is an important component of the population's diet. However, the use of industrial milk production technologies raises issues of animal health, productivity, and the quality as well as safety of the products. It was found that the incidence of mastitis in cows depends on factors that are constantly monitored at PJSC FC "Podillia", namely: compliance with feeding regulations, conditions of detention, and compliance with sanitary and hygienic requirements (disinfection), control of the number of somatic cells, application of appropriate treatment regimens based on the results of detecting the sensitivity of the isolated microflora to antibiotics, a clearly defined bacterial status of milk, constant monitoring of critical points of bacterial contamination of milking equipment, daily monitoring and analysis of the incidence rate. Over the years (2020–2023), the use of the latest milk production technology on the farm and the strengthening of sanitary and hygienic measures, compliance with sanitary and hygienic requirements for its processing, storage, and transportation have contributed to a significant improvement in its quality and safety. While in 2020, 78.15 % of milk samples met the requirements for extra and higher quality by the number of somatic cells (NSC), in 2023 the figure increased to 85.45 %. A statistical analysis of expert opinions on the number of somatic cells in milk samples at different times of the year found that 81.53 % of samples met the requirements of extra and higher grade in summer, and 87.41 % in winter. Even though the indoor temperature was significantly lowered in winter, there was no increase in the incidence of mastitis. Milk quality has also improved significantly. While in 2020, only 24.27 % of samples showed a fat content of more than 4 %, in 2023 the figure was 48.62 %. In 2020, 6.33 % of samples had a protein content of more than 4%, and in 2023 this figure reached 35.58 %. Therefore, the production of high-quality and safe milk at PJSC FC "Podillya" is the result of hard work of producers and enhanced control at all stages of its production in accordance with the requirements of the HACCP system throughout the entire chain "from farm to consumer", ensuring good manufacturing and hygienic practices (GMP/GHP) for milk production and animal welfare.

Keywords: organoleptic, physicochemical and sanitary indicators, toxic elements, heavy metals, radionuclides, NSC, mastitis.

Ветеринарно-санітарна оцінка молока-сировини за умови удосконалення технології підвищення якості і безпечності у «ПРАТ ПК Поділля»

В. А. Котелевич | С. В. Гуральська | В. М. Олішевський

Поліський національний
університет,
м. Житомир, Україна

Молоко – це унікальний продукт за поживними речовинами, біологічною цінністю, рентабельністю виробництва та попитом на споживчому ринку, важливий складник у раціоні населення. Проте у разі використання промислових технологій виробництва молока виникають питання щодо збереження здоров'я тварин, продуктивності та якості і безпечності отриманої продукції. Встановлено, що рівень захворюваності корів на мастит залежить від факторів, які постійно контролюються у ПРАТ ПК «Поділля», а саме: дотримання регламентів годівлі, санітарно-гігієнічних вимог (дезінфекція), умов утримання, контроль кількості соматичних клітин, застосування відповідних схем лікування за результатами виявлення чутливості виділеної мікрофлори до антибіотиків, чітко виражений бактеріальний статус молока, постійний контроль критичних точок бактеріального забруднення дольнього обладнання, щоденний контроль та аналіз рівня захворюваності. Використання новітньої технології виробництва молока в господарстві та посилення санітарно-гігієнічних заходів, дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо його обробки, зберігання, транспортування з роками (2020–2023) сприяло значному покращенню його якості та безпечності. Якщо 2020 року 78,15 % зразків молока за кількістю соматичних клітин відповідали вимогам екстра і вищого гатунку, то 2023 року – 85,45 %. Статистичний аналіз експертних висновків за КСК у пробах молока в різні пори року показав, що у літній період 81, 53 % зразків відповідали вимогам екстра та вищого гатунку, в зимовий – 87,41 %. Попри те, що взимку температура у приміщеннях суттєво знижена, збільшення захворюваності корів на мастит не було. Значно покращилась і якість молока. Якщо показник вмісту жиру понад 4 % 2020 року був виявлений лише у 24,27 % зразків, то 2023 – у 48,62 %. Вміст білка 2020 року понад 4 % показали 6,33 % проб, а 2023 – 35,58 %. Отже, виробництво якісного і безпечного молока в умовах ПРАТ ПК «Поділля» – це результат кропіткої роботи виробників та посиленого контролю на всіх етапах його виробництва за вимогами системи HACCP на всьому ланцюгу «від ферми – до споживача», забезпечення належної виробничої та гігієнічної практики (GMP/GHP) виробництва молока та благополуччя тварин.

Ключові слова: органолептичні, фізико-хімічні і санітарні показники, токсичні елементи, важкі метали, радіонукліди, КСК, мастит.

Бібліографічний опис для цитування: Котелевич В. А., Гуральська С. В., Олішевський В. М. Ветеринарно-санітарна оцінка молока-сировини за умови удосконалення технології підвищення якості і безпечності у «ПРАТ ПК Поділля». *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 118–125.

Вступ

До продуктів першої необхідності поряд з хлібом та м'ясом відноситься молоко. За класифікацією експертів ФАО/ООН воно належить до найцінніших харчових продуктів, без якого неможливо виростити повноцінне молоде покоління людей [7, 15].

Однак якість і безпечність молока часто є незадовільними через погану якість кормів, недбалості під час доїння, зберігання і транспортування, незадовільного санітарного стану доїльного обладнання та недотримання правил особистої гігієни, невідповідне забезпечення засобами дезінфекції та фільтрації, наявність маститу у корів. Отже, при виробництві сирого збірного молока є певні потенційні ризики [1–6, 11, 32, 34, 36, 45].

Для реалізації продовольчої безпеки держави, стабільного забезпечення населення молочними продуктами, а молокопереробні підприємства якісною сировиною в необхідних кількостях, поряд зі збільшенням виробництва молока-сировини особлива роль належить його якості та безпечності для здорового харчування населення [9, 14, 20, 22, 29].

Попри те, що молоко має високі поживні властивості, воно є гарним середовищем для розмноження багатьох бактерій, в т. ч.: *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Micobacterium bovis*, *Brucella abortus* і *Brucella melitensis* *Yersinia enterocolitica* і може бути небезпечним для споживача. Тому велике занепокоєння останнім часом викликає якість і безпечність молока-сировини [12–14, 17, 24–28].

Результати бактеріологічних досліджень науковців молока-сировини показали, що воно контаміноване не лише мікрококами та психрофільними бактеріями (*Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*), але й патогенними – стафіло-, стрептококами і коринебактеріями, які здатні призводити до запалення молочної залози, а молоко стає потенційно небезпечним [5, 6, 13, 37, 38, 41].

У результаті досліджень учених на фермах, де виявлено невідповідність виконання деяких санітарно-гігієнічних вимог отримання молока, доведено сезонну залежність показників його якості: максимально збільшений показник КМАФАнМ та кількість соматичних клітин (КСК) восени, а найнижчими ці показники є влітку. Середньомісячний показник кількості соматичних клітин у молоці корів другої групи становив від 500 до 600 тис./см³, що вимагає постійного контролю за показниками безпечності та якості. Зі збільшенням КМАФАнМ підвищується ризик контамінації молока-сировини патогенними мікроорганізмами. Постійний контроль КМАнМ у такому молоці, на думку вчених, слугує більше для встановлення безпечності, ніж його якості [19, 23, 44].

Результати власних досліджень та аналіз звітної документації ЖРДЛДПСС свідчать, що основними причинами вибраковки молока є: механічне і бактеріальне забруднення, фальсифікація, субклінічні мастити, невідповідність органолептичних і фізико-хімічних показників (вміст жиру,

кислотність), порушення термінів реалізації. Результати моніторингових досліджень молока-сировини показали низький рівень санітарної культури в господарствах усіх форм власності, наявність у молоці інгібіторів та антибіотиків [21].

Результати дослідження молока-сировини в умовах ВАТ «Городенківський сирзавод» Івано-Франківської області від різних суб'єктів господарювання свідчать, що від суб'єктів господарювання надходило молоко з температурою охолодження в межах 8,1–8,7°C, а з особистих селянських господарств воно було неохолодженим і температура перебувала в межах 12,5–15,7°C залежно від пори року. У сирому молоці переважали грамнегативні палички (*Acromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*) та стафілококи. Були виявлені також стрептококи, коринебактерії і лише 3,5 % становили молочнокислі бактерії. У молоці із селянських господарств вміст стафілококів та ентеробактерій був більшим [35].

За даними науковців, екологічна ситуація у певних регіонах України залишається несприятливою для виробництва безпечної продукції. Найбільш небезпечну і забруднену молочну продукцію отримують на забруднених радіонуклідами територіях з великими масивами лісів, перезвожених пасовищах і луках та ґрунтах, бідних на поживні речовини, при випасанні худоби поблизу трас тощо [10, 23, 26, 31].

Результати досліджень молока сільських мешканців Диканської територіальної громади Полтавського району свідчать, що вміст важких металів у всіх досліджених зразках був визначений у такому порядку: Zn>Pb>Cu>As>Cd>Hg. Лише у трьох областях (Київській, Черкаській, Чернігівській) молоко-сировина екстра гатунку сягає понад 66 %, а отже гостро постає питання його якості і безпечності [31].

Великою проблемою зниження якості і безпечності молока-сировини та продуктивності тварин у господарствах України є мастит. А причинами його виникнення є незадовільний санітарний стан приміщень, стійл, боксів, доїльного обладнання, порушення термінів переведення тварин на сухостій, великої щільності поголів'я. Важливою причиною порушення мікроклімату у приміщенні є скупченість тварин, що спричиняє збільшення вологості, бактеріального забруднення, концентрації газів, захворюваності тварин та погіршення якості продукції [19, 30, 33, 42]. Дослідження науковців свідчать, що у молоці від клінічно здорових тварин КМАФАнМ кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних бактерій коливається в межах від 10 до 100 тис. КУО/см³, а основних збудників маститу не виявлено. Тоді як від корів, хворих на субклінічний мастит цей показник становив від 1 до 3 млн КУО/см³ і частіше виділяли *Staphylococcus aureus*, дещо рідше – *Streptococcus agalactiae* і *Escherichia coli* [6].

Мікроорганізми з повітря потрапляють на шкіру та вим'я тварин, а звідти у молоко, збільшується його контамінація. Підвищена вологість, зниження температури та протяги можуть спричинити мастит [30, 33]. За наявності субклінічного маститу

кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у молоці від здорових корів становила від 10 до 100 тис./см³, а у зразках молока від хворих тварин – від 1 до 3 млн/см³ виявлено *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* [18].

Головними факторами, які впливають на якість і безпечність молока-сировини, є технічний і технологічний рівень підприємства-виробника, система менеджменту якості і безпечності. Система управління якістю і безпечністю виробленого молока-сировини має бути орієнтована на технологію виробництва і первинну обробку із застосуванням профілактичних заходів. Санітарні показники якості залежать від сукупності складників, зокрема, бактеріального забруднення вимені, доїльного обладнання, молочної лінії, молочної упаковки, санітарної гігієни персоналу, санітарного стану у приміщенні. Під час резервування молока у разі порушення санітарно-гігієнічних вимог і температури охолодження може відбуватися розмноження мікроорганізмів, змінюватися їх якісний склад і співвідношення між окремими групами та видами. Характер цих змін залежить від початкової кількості бактерій, складу мікрофлори, температури і тривалості зберігання [6, 11, 19, 30, 36, 39, 40].

Результати досліджень Герун І. В. та співавторів (2020) підтверджують, що якість і безпечність молока-сировини прямо залежить від технології його виробництва, зокрема за умови використання новітньої технології кількість соматичних клітин (КСК) та кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних бактерій (КМАФАНМ) не перевищували відповідно 70,8 КУО тис./см³ та 221,1 тис./см³, що відповідає гатунку екстра. Захворюваність корів на мастит не перевищувала 6,4 % [11]. Учені наголошують, що КСК у молоці здорових тварин повинен не перевищувати 100 тис./см³, і визначення цього показника в секреті хворих на субклінічний мастит корів може слугувати одним із інформаційних критеріїв для виробників і інспекторів ветеринарної медицини [16, 17, 29].

Беручи до уваги вищезазначене, очевидним є те, що якість і безпечність молока-сировини є актуальним питанням сьогодення.

Мета дослідження

Метою наших досліджень було надати ветеринарно-санітарну оцінку молока-сировині за умови удосконалення технології підвищення якості і безпечності у ПРАТ ПК «Поділля».

Матеріали і методи

Виробничий дослід проводили на базі ПРАТ ПК «Поділля» впродовж 2022–2023 років. Матеріалом для наших досліджень були експертні висновки Тульчинської МРДЛ Держпродспоживслужби, акредитованої Національним агентством з акредитації України, зразки молока, корови голштинської породи. Органолептичні, фізико-хімічні показники та показники безпечності зразків

молока визначали в умовах вищезазначеної лабораторії згідно із нормативними вимогами. Дослідження молока з кожного холодильника на антибіотики проводили щоразу після кожного доїння за допомогою тест-системи Біоізі (інкубатор+лунка з реагентом для молока+тест полоски) та при прийманні молока у ПРАТ ВМЗ «Рошен» м. Вінниця за цією ж тест-системою, яка дає можливість одночасно виключати наявність антибіотиків чотирьох груп: хлорамфенікол, тетрацикліни, бета-лактами, стрептоміцини. Крім того, обов'язково проводили відбирання проб і дослідження їх за показниками якості і безпечності в Тульчинській МРДЛ Держпродспоживслужби за регламентом «Молочний модуль».

Результати та їх обговорення

До безпечності і якості молока-сировини коров'ячого ставлять особливі вимоги, оскільки у разі найменшого порушення санітарно-гігієнічних умов під час доїння та первинної обробки на потужностях з його виробництва, воно може слугувати сприятливим середовищем для розвитку патогенної і умовно-патогенної мікрофлори, а отже потенційно небезпечним для споживача.

ПРАТ ПК «Поділля» – сучасне підприємство з виробництва молока-сировини, яке утримує 7500 голів ВРХ голштинської породи, зокрема 2700 дійних корів, проводить усі санітарно-гігієнічні заходи для покращення якості та забезпечення безпечності отриманої продукції. Особливу увагу приділяють умовам утримання, годівлі, санітарно-гігієнічним заходам під час доїння і первинної обробки молока, регулярному огляду корів з виключенням захворювань вимені та інших. Утримання тварин комбіноване: дійні (лактуючі) корови – прив'язне, всі інші тварини – безприв'язне.

Приміщення для лактуючих тварин чотирирядні, освітлення в них комбіноване (рис. 1).



Рис. 1. Приміщення для лактуючих тварин

Вони обладнані примусовою вентиляцією з датчиками вологості і температури, транспортерами для

видалення гною, м'якими матами з використанням соломки у стійломісцях. Роздача кормів відбувається до початку доїння з кормозмішувачів на кормостоли.

Доїння корів триразове через рівні проміжки часу автоматизоване з використанням системи Дельпро (фірма Деваль), яка включає доїльні апарати, молокопровід з автоматичною системою очистки та промивання в декілька етапів після доїння (рис. 2).



Рис. 2. Доїння корів з використанням системи Дельпро (фірма Деваль)

Уся система підключена до центрального комп'ютера, на якому проводиться контроль усіх ланок виробництва молока-сировини, зокрема продуктивності, бактеріального забруднення у критичних точках для оцінки якості дезінфекції та промивання. Перед доїнням робітники ретельно обмивають вим'я та витирають сухим рушником; перші цівки молока здоюють в окремі стаканчики, а по закінченню доїння проводять обробку дійок післядоїльним засобом. До відправки молока у ПрАТ ВМЗ «Рошен» м. Вінниця воно зберігається в танкерах у холодильних камерах (рис. 3). Молоко відправляють на молзавод щодоби.

Холодильні камери є в кожному приміщенні. Для санітарної обробки доїльного обладнання й молочного інвентарю в господарстві використовують препарат «Дезмол», який випускається промисловою для одночасного миття та дезінфекції.

Для дезінфекції приміщень регулярно проводиться обробка стійломісць за допомогою сухого препарату йодоклін та вологого – віроцид. Регулярно проводиться огляд корів для виключення захворювання вимені та інших, а також дослідження молока на КСК (загальної проби та від кожної тварини окремо за необхідності). Соматичні клітини (SCC) постійно присутні у молоці, до їх складу належить 75 % лейкоцитів (нейтрофіли, макрофаги, лімфоцити), еритроцитів та 25 % епітеліальних клітин. Їх висока концентрація свідчить про порушення секреції молока та захворювання корів на мастит. Тому КСК є важливим критерієм безпечності та якості молока-сировини і стану здоров'я молочної залози тварин. Рівень SCC у якісному коров'ячому

молоці повинен бути у межах 100–150 тис. клітин/мл, якщо він перевищує 200 тис. клітин/мл, це свідчить про 60% імовірності запалення в молочній залозі та наявність інфекційних збудників [43]. На думку Касянчук В. В. та співавторів (2015), вміст соматичних клітин у молоці здорових тварин повинен становити до 100 тис./см³ [17].



Рис. 3. Холодильна камера для охолодження молока-сировини

Встановлено, що рівень захворюваності корів на мастит залежить від факторів, які постійно контролюються, а саме: дотримання регламентів годівлі, умов утримання (забезпечення благополуччя), дотримання санітарно-гігієнічних вимог (дезінфекція), контроль кількості соматичних клітин, застосування відповідних схем лікування за результатами виявлення чутливості виділеної мікрофлори до антибіотиків, чітко виражений бактеріальний статус молока, постійний контроль критичних точок бактеріального забруднення доїльного обладнання, щоденний контроль та аналіз рівня захворюваності.

Необхідно наголосити, що впродовж 2022–2023 років проводили значну роботу щодо лікування тварин, хворих на мастит, та посилювали санітарно-гігієнічні заходи. Для цього були проведені бактеріологічні дослідження в акредитованих установах та встановлена чутливість до антибіотиків виділених культур. Хворих корів відокремлювали і лікували до повного видужання. По закінченні лікування молоко від кожної корови досліджували за допомогою дельвотесту для визначення залишків застосованого препарату і у разі негативного результату тварин переводили для доїння в загальну систему. У разі позитивного результату коренцію продовжували. Заходи, які ми провели, сприяли тому, що якщо на початку 2022 року було 197 корів із клінічними ознаками маститу, то на грудень 2023 року – лише 22 голови. Обов'язково після кожного доїння щоразу проводиться дослідження молока з кожного холодильника за допомогою тест-системи Біоізі на наявність антибіотиків чотирьох груп: хлорамфенікол, тетрацикліни, бета-лактами, стрептоміцини (рис. 4–6).



Рис. 4. Набір тест-системи для визначення антибіотиків



Рис. 5. Інкубатор для підігріву дослідних зразків молока

За цією ж тест-системою проводиться дослідження при прийманні молока у ПрАТ ВМЗ «Рошен» м. Вінниці.

За умови використання новітньої технології виробництва молока в «ПРАТ ПК Поділля» та посилення санітарно-гігієнічних заходів, дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо його обробки, зберігання, транспортування впродовж 2020–2023 років відбулося значне покращення його якості та безпечності (таблиці 1–3), що підтверджують експертні висновки акредитованої Тульчинської МРДЛ Держпродспоживслужби. Відтак, з роками покращився показник кількості соматичних клітин (табл. 1, 2), який визначали з метою виявлення фізіологічного стану вимені та згідно із вимогами

ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина. Технічні умови» [8], а також КМАФАнМ (табл. 3).

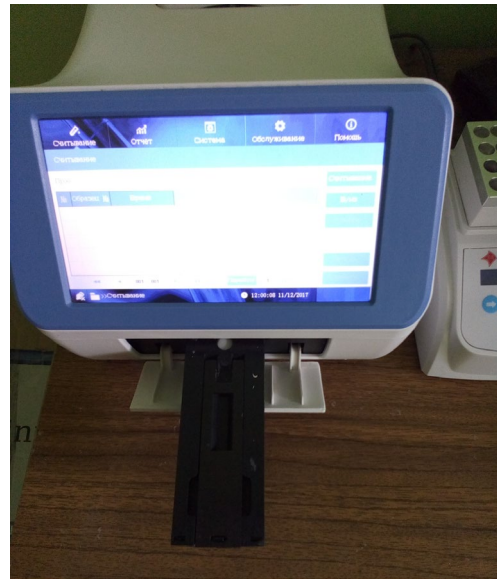


Рис. 6. Рідер у робочому стані

Якщо 2020 року 78,15 % зразків молока за кількістю соматичних клітин відповідали вимогам екстра і вищого гатунку, то 2023 року – 85,45 %.

Таблиця 1

Кількість соматичних клітин (КСК) у зразках молока 2020–2022 рр.

Показники	2020	2021	2022
0–200 тис./ см ³	594 – 70,37 %	563 – 71,09 %	853 – 77,62 %
200–399 тис./ см ³	59 – 7,78 %	71 – 8,96 %	86 – 7,83 %
≤ 500 тис./ см ³	105 – 13,85 %	158 – 15,95 %	160 – 14,55 %
Всього досліджено зразків	n = 758	n = 792	n = 1099

Станом на 1 грудня 2023 року усі зразки молока за результатами досліджень в умовах Тульчинської МРДЛ Держпродспоживслужби відповідали нормативним вимогам за показниками якості та безпечності (вмістом антибіотиків, токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів КМАФАнМ). Зокрема, за органолептичними показниками колір молока був від білого до світло-кремового, однорідної консистенції, без пластівців білка; запах і смак притаманний свіжому молоку без сторонніх смаків і запахів. Кількість соматичних клітин у досліджених зразках молока за t 30°C (табл. 2) відповідають вимогам вищезазначеного ДСТУ.

Статистичний аналіз експертних висновків за КСК у пробах молока в різні пори року (табл. 2) встановив, що у літній період 81,53 % зразків відповідали вимогам екстра та вищого гатунку молока, тоді як у зимовий період 87,41 %. Попри те, що взимку температура у приміщеннях значно знижена, збільшення захворюваності корів на мастит не було.

Таблиця 2

КСК (кількість соматичних клітин) у зразках молока за 2023 рік

Період року / всього досліджено проб	Кількість проб у межах нормативів певного гатунку молока		КСК, тис./см ³	Гатунок молока за ДСТУ 3662:2018
	од.	%		
Літній (n=2074)	1523	73,43	0–200	ЕКстра та вищий (≤ 400 тис./см ³) Перший (≤ 500 тис./см ³)
	168	8,10	200–399	
	383	18,46	400–500	
Зимовий (n=2373)	1835	(79,33%)	0–200	
	229	8,08	200–399	
	309	12,56	400–500	

Важливим показником якості та безпечності молока є КМАФАНМ. Порівняльний аналіз результатів досліджень за цим показником в різні пори року показав, що у літній період бактерицидна фаза молока триває менше, адже лише у 25,0 % зразків молока-сировини кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних була у межах

від 0 до 200 тис. КУО/см³, тоді як взимку – у 64,0 %. Проте як взимку, так і влітку усі проби молока за ДСТУ 3662:2018 відповідали вищому і першому гатунку. Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних бактерій (КМАФАНМ) у досліджених зразках молока за t 30°C (табл. 3) відповідають вимогам вищезазначеного ДСТУ.

Таблиця 3

КМАФАНМ у зразках молока за 2023 рік

Період року / кількість проб	Кількість проб у межах нормативів певного гатунку молока		КМАФАНМ за t 30 С, тис., КУО/см ³	Гатунок молока за ДСТУ 3662:2018
	од.	%		
Літній, n= 12	3	25,0	0–200	ЕКстра (≤ 100 тис., КУО/см ³) Вищий (≤ 300 тис., КУО/см ³) Перший (≤ 500 тис., КУО/см ³)
	9	75,0	200–399	
	0	0	400–500	
Зимовий, n= 11	7	64,0	0–200	
	4	36,0	200–399	
	0	0	400–500	

Наведені в таблицях 4 і 5 дані свідчать про високі якісні показники молока-сировини (табл. 4). Якщо вміст жиру понад 4 % у молоці 2020 року було виявлено лише у 24,27 % зразків, то 2023 року – у 48,62 % проб.

Таблиця 4

Динаміка вмісту жиру у пробах молока впродовж 2020–2023 рр., %

Показники	2020	2021	2022	2023
> 4 %	24,27	28,53	25,38	48,62
3,5% – 4 %	31,39	26,64	23,29	28,90
3% – 3,5 %	31,66	26,13	28,57	16,08
< 3 %	12,66	18,68	22,74	6,39

Відповідно, значно змінився і показник вмісту білка в молоці (табл. 5). Так, з показник білка понад 4% 2020 року відмічали у 6,33% пробах молока-сировини, а 2023 – у 35,58 %.

Таблиця 5

Динаміка вмісту білка у пробах молока впродовж 2020–2023 рр., %

Показники	2020	2021	2022	2023
> 4 %	6,33	10,22	19,29	35,58
3,5% – 4 %	10,02	16,54	17,10	21,38
3% – 3,5 %	27,70	32,44	36,12	27,94
< 3 %	55,93	40,78	27,47	15,07

Підбиваючи підсумки у результаті наших досліджень необхідно зазначити, що якість і безпечність молока-сировини прямо залежать від забезпечення у ПРАТ ПК «Поділля» належної виробничої та гігієнічної практики (GMP/GHP) виробництва молока та благополуччя тварин.

Висновки

1. Метою наших досліджень було надати ветеринарно-санітарну оцінку молока-сировині за умови удосконалення технології підвищення якості і безпечності у ПРАТ ПК «Поділля».

2. Виробництво якісного і безпечного молока в умовах ПРАТ ПК «Поділля» – це результат кропіткої роботи виробників та посиленого контролю на всіх етапах його виробництва за вимогами системи НАССР на всьому ланцюгу «від ферми – до споживача, забезпечення належної виробничої та гігієнічної практики (GMP/GHP) виробництва молока та благополуччя тварин.

3. Використання новітньої технології виробництва молока в господарстві та посилення санітарно-гігієнічних заходів, дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо його обробки, зберігання, транспортування з роками (2020–2023) сприяло значному покращенню його якості та безпечності. Якщо 2020 року 78,15 % зразків молока за кількістю соматичних клітин відповідали вимогам екстра і вищого гатунку, то 2023 року – 85,45 %. КСК у пробах

молока в різні пори року становив: у літній період 81,53 % зразків відповідали вимогам екстра та вищого гатунку, в зимовий – 87,41 %. Попри те, що взимку температура у приміщеннях значно знижена, збільшення захворюваності корів на мастит не було. Значно покращилась і якість молока. Якщо вміст жиру понад 4 % 2020 року було виявлено лише у 24,27 % зразків, то 2023 року – у 48,62 %

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження у цьому напрямі дозволять удосконалити профілактику захворювань, забезпечити випуск якісного і безпечного молока-сировини та покращити економічне становище господарства.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Admin, O., & Admina, N. (2022). Influence of paratypical factors on milk quality indicators with different keeping methods. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 66–77. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.08>
- Biben, I. A., & Drahn, M. K. (2021). Veterynarno-sanitarna ekspertyza moloka v umovakh derzhavnoi laboratoriyi veterynarno-sanitarnoyi ekspertyzy rynku "Berezynskiy" mista Dnipra. *Aktualni problemy pidvyshchennya yakosti ta bezpeky vyrobnytstva u pererobky produktsiyi tvarynnystva: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, (Dnipro, 4 chervnya 2021 roku)* (pp. 265–266). Dnipro [in Ukrainian]
- Bogatko, N., Bogatko, L., Salata, V., Frejuk, D., & Savchuk, G. (2018). Provision of security of milk and dairy products in Ukraine's profitabilized enterprises. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20 (83), 83–87. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8316>
- Bogatko, N., Lyasota, V., Bukalova, N., Artemenko, L., Bogatko, L., Salata, V., & DashkovskyyO. (2018). Sanitary and hygienic assessment of milk of cereal different producers in conformity with international requirements. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20 (83), 88–92. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8317>
- Bukalova, N. V. (2013). Sanitarno-higienichnyy ta bakteriolozhichnyy kontrol vyrobnytstva nezbyranoho korovyachoho moloka na fermi. *Naukovyy Visnyk Veterynarnoyi Medytsyny*, 11, 25–28. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnmv_2013_11_9 [in Ukrainian]
- Bukalova, N. V., Prylipko, T. M., Bohatko, N. M., Lyasota, V. P., Dzhamil, V. I., Utechenko, M. V., & Bohatko, L. M. (2022). Sanitary and hygienic control of cow's milk production and its microbiological analysis. *Taurida Scientific Herald. Series: Technical Sciences*, 3, 119–127. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.13>
- Cheruiyot, E. K., Bett, R. C., Amimo, J. O., & Mujibi, F. D. N. (2018). Milk composition for admixed dairy cattle in Tanzania. *Frontiers in Genetics*, 9, 142. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00142>
- DSTU 3662:2018 *Moloko-syrovyna korov'yache. Tekhnichni umovy. Chynnyy vid 2019-01-01*. (2019). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77350 [in Ukrainian]
- Fyl, S., Fedorovych, E., & Bodnar, P. (2019). Milk productivity of cows-daughters from different bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21 (90), 68–75. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9012>
- Hauge, S. J., Kielland, C., Ringdal, G., Skjerve, E., & Nafstad, O. (2012). Factors associated with cattle cleanliness on Norwegian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 95 (5), 2485–2496. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4786>
- Gerun, I., Skliar, O., & Musienko, O. (2020). The influence of milk production technology on its quality and safety. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 4 (51), 17–22. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2020.4.3>
- Horyuk, Yu. V. (2015). Vmist somatichnykh kletok u syromu molotsi, scho realizuyetsya na ahropromyslovykh ryunkakh mist Ternopolya ta Kamyantsya-Podilskoho. *Veterynarna Medytsyna*, 101, 49–51. [in Ukrainian]
- Horyuk, Yu. V. (2016). Biotyopy zolotystoho stafilokoka, yaki vydeleni z moloka syroho ta moloch nykh produktiv "domashnoho" vyrobnytstva, ta yikh chutlyvist do antibakterialnykh preparativ. *Problemy Zooinzheneriyi ta Veterynarnoyi Medytsyny*, 32 (2), 185–190. [in Ukrainian]
- Horyuk, Yu. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Yu. B., & Horyuk, V. V. (2015). Kontrol bezpeky moloka syroho za mikrobiolozhichnyimi pokaznykamy na ahropromyslovykh ryunkakh Ternopolya ta Kamyantsya-Podilskoho. *Naukovyy Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universyetu Veterynarnoyi Medytsyny ta Biotekhnohiih im. S. Z. Gzhitskoho*, 17 (1(61)) 2, 256–260. [in Ukrainian]
- Csapó, J., Némethy, S., & Albert, C. (2019). Food counterfeiting in general; counterfeiting of milk and dairy products. *Ecocycles*, 5 (1), 26–41. <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v5i1.138>
- Karavansky, M., Rud, V., & Tarasenko, L. (2021). THE level of cow's milk somatic cells as an important indicator of its quality and safeTY. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 101, 44–47. <https://doi.org/10.37000/absl.2021.101.08>
- Kasyanchuk, V. V., Berhilevych, O. M., Sklyar, O. I., Marchenko, A. M., & Terokhina, O. V. (2015). Vzayemozvyazok mizh kilkiystu somatichnykh klitin ta zakhvoryuvannam koriv subklinichnym mastytom stafilokoko voyi ta koliformnoyi etiolohiyi. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya: Veterynarna Medytsyna*, 1, 72–77. [in Ukrainian]
- Klyap, N. I., Krachkovska, O. O., Maslyuk, A. V., Mostipan, K. S., & Kyivska, G. V. (2020). Control of antibiotics residual amounts content in products of animal origin. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 187–193. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.23>
- Kondrasiy, L., & Yakubchak, O. (2016). Study of quality parameters of raw milk stability by various dairy farming practices. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (3(71)), 41–44. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7109>
- Kotelevych, V. A. (2020). Yakist ta bezpechnist moloka – zaporuka zdorov'ia naselennia. *Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn: materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii, (15–16 zhovtnia, 2020)*. (pp. 241–260). Poltava [in Ukrainian]
- Kotelevich, V. (2017). Veterinary and sanitary assessment of food quality and safety in Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19 (78), 58–61. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7812>
- Kotelevych, V. (2019). Actual problems of quality and safety of food products in the context of providing food security in the Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (93), 155–159. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9327>
- Kotelevich, V., Gural'ska, S., & Honcharenko, V. (2023). Actual problems of the quality and safety of milk and dairy products. *Naukovij Visnik Veterinarnoi Medycini*, 1 (180), 24–39. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2023-180-1-24-39>
- Kotelevych, V., Hural'ska, S., & Honcharenko V. (2023). Current food quality and safety problems in the context of ensuring food safety in Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (1), 72–80. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.12>
- Kotelevych, V., Hural'ska, S., & Honcharenko V. (2023). The influence of the quality and safety of food products on the health and well-being of the population. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 96–104. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.17>
- Kotelevych, V., Volkivskiy, I., Pinskyi, O., & Davydenko, L. (2021). Food quality and safety as the keys to the health of future generations. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (103), 179–186. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10325>
- Kotelevych, V. A., Volkiv'skyy, I. A., Pinskyi, O. V., & Davydenko, L. M. (2021). Bezpechnist kharchovykh produktiv v Poliss'komu rehioni v konteksti prodovol'choyi bezpeky. *The 2nd International scientific and practical conference – Topical issues of modern science, society and education* (September 5-7, 2021). (pp. 35–40). Kharkiv [in Ukrainian]
- Kotelevych, V., Volkivskiy, I., Pinskyi, O., Matseiko, L., Davydenko, L., & Stoliarenko, O. (2022). Veterinary and sanitary assessment of food products on quality and safety indicators in Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (105), 120–128. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10517>

29. Kotelevych, V. A., Zhodzinska, O. A., & Makarenko, V. O. (2015). Bezpeka ta yakist moloka i molochnykh produktiv u Zhytomyrskomu rehioni. *Byuleten' NDTs Bezpeky ta Ekolohichnoho Kontrolyu Produktiv APK*, 3, 63–87. [in Ukrainian]
30. Kovalchuk, I. I., Kovalchuk, I. V., Muronyk, L. V., & Sauk, R. V. (2022). Udder health control during the dry period in cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 4 (47), 87–91. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.15>
31. Kruchynenko, O., Mykhailiutenko, S., & Klymenko, O. S. (2022). Content of heavy metals in cow milk-raw materials of Poltava district (Ukraine). *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (108), 154–158. <https://doi.org/10.32718/nvvet10822>
32. Moradi, M., Omer, A. K., Razavi, R., Valipour, S., & Guimarães, J. T. (2021). The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review. *International Dairy Journal*, 113, 104884. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104884>
33. Paladiychuk, O. R. (2021). Profilaktychni zakhody mastytu u koriv v sukhostiynnyy period. *Colloquium-Journal*, 3 (90), 9–1. [in Ukrainian]
34. Paliy, A. P. (2015). Vyznachennya krytychnykh kontrolnykh tochok pry vyrobnytstvi vysokoyakisnoho moloka. *Naukovyy Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoyi Medytsyny ta Biotekhnolohiy im. S. Z. Gzhytskoho*, 17 (3), 277–281. [in Ukrainian]
35. Prilipko, T., & Bukalova, N. (2016). Evaluation of quality and safety of milk on admission to molokokopererobne company from different entities. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 18 (2), 212–215. <https://doi.org/10.15421/nvvet6747>
36. Rios-Muñiz, D., Cerna-Cortes, J. F., Lopez-Saucedo, C., Angeles-Morales, E., Bobadilla-del Valle, M., Ponce-de Leon, A., & Estrada-Garcia, T. (2019). Longitudinal Analysis of the microbiological quality of raw cow's milk samples collected from three small family dairy farms in Mexico over a 2-year period. *Journal of Food Protection*, 82 (12), 2194–2200. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-19-155>
37. Sklyar, O. (2015). Somaticni klityny siroho nezbyranoho moloka – kryterii yoho yakosti ta bezpechnosti. *Tvarynystvo Ukrainy*, 9, 20–23. [in Ukrainian]
38. Sklyar, I. O., Fotina, T. I., & Sklyar, O. I. (2016). Sanitarnyy stan doilnoho obladnannya ta yoho vplyv na rozpovsiudzhennya subklinichnoho mastytu koriv. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Naukovyy Zhurnal: Veterynarna medytsyna*, 6 (38), 50–53. [in Ukrainian]
39. Sklyar, O. I., & Sklyar, I. O. (2015). Vplyv tekhnolohiyi vyrobnytstva moloka na yoho yakist ta bezpechnist. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Naukovo-Doslidnoho Tsentru Biobezpeky ta Ekolohichnoho Kontrolyu Resursiv APK Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 3 (3), 88–92. [in Ukrainian]
40. Sklyar, O. I., Shkromada, O. I., Herun, I. V., & Paraschenko, V. V. (2017). Sanitarno-hihienichna otsinka yakosti ta bezpechnosti moloka koriv otrymanoho za novitnikh tekhnolohiy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya Veterynarna Medytsyna*, 11, 74–77. [in Ukrainian]
41. Selyar, T. V., Pospelova, O. O., Cherevach, N. V., Dregval, O. A., & Kuragina, N. V. (2021). Features of Microflora of Food Products of Animal Origin Realized in Dnipro. *Ukrains'kij Zhurnal Medicini, Biologii ta Sportu*, 6 (3), 353–359. <https://doi.org/10.26693/jmbs06.03.353>
42. Sklyarenko, Yu. I., & Chernyavska, T. O. (2013). Zminy vmistu skladovykh moloka pry zakhvoryuvanni koriv na mastyt. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1 (22), 66–68. [in Ukrainian]
43. Stroyanovska, L., & Suprovich, T. (2022). Establishment of links between milk somatic cells and DNA markers in cows. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 102-103, 111–117. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2022.102.19>
44. Taran, T. V., Yakubchak, O. M., Ushkalov, V. O., Midik, S. V., & Berlous, K. O. (2021). Physicochemical and microbiological examination of raw milk. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 12(2), 26–37. <https://doi.org/10.31548/ujvs2021.02.003>
45. Zazharska, N., Fotina, T., Yatsenko, I., Tarasenko, L., Biben, I., Zazharskyi, V., Brygadyrenko, V., Sklyarov, P. (2021). Comparative analysis of the criteria for goat milk assessment in Ukraine and France. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 144–148.

ORCID

- V. Kotelevych  <https://orcid.org/0000-0002-5886-1917>
 S. Huralska  <https://orcid.org/0000-0001-7383-1989>
 V. Olisheskyi  <https://orcid.org/0009-0002-7594-173X>



2024 Kotelevych V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Morphohistoarchitectonics of the reproductive system organs in cows with symptomatic infertility

H. Hryshchuk¹ | S. Huralska¹ | P. Kovalov¹ | I. Derkach²

Article info

Correspondence Author
H. Hryshchuk
E-mail:
vetgenna@ukr.net

¹Polissia National University,
7 Staryi Bulvar Street,
Zhytomyr, 10002, Ukraine

²National University of Life
and Environmental Sciences
of Ukraine,
Polkovnyka Potiekhina
Str., 16, 03121,
Kyiv, Ukraine

Citation: Hryshchuk, H., Huralska, S., Kovalov, P., & Derkach, I. (2024). Morphohistoarchitectonics of the reproductive system organs in cows with symptomatic infertility. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 126–132. doi: 10.31210/spi2024.27.01.21

In modern conditions, the problem of infertility among cattle remains relevant. The article reviews pathological and histological aspects related to infertility in cows. The aim of the study was to investigate the body status of infertile cows with symptomatic infertility based on morphological and histological examination of the internal genital organs. The ovaries, fallopian tubes and uterus of Ukrainian black-and-white cows were used for the study. The generally accepted methods of tissue fixation and preparation of sections for histological studies were used. It has been established that symptomatic infertility in cows is associated with hypotension and subinvolution of the uterus, inflammation of the fallopian tubes and ovaries, ovarian hypofunction, and hypoluteolysis. Based on the results obtained, it was proved that uterine hypotension is the main cause of inhibition of involution processes, leading to complications such as the cessation of lochia secretion and changes in the structure of the uterine horns. Morphometric studies of the fallopian tubes confirm the relationship between infertility and pathological changes in them. Histological examination of the genital organs of Ukrainian black-and-white cows with symptomatic infertility revealed the presence of hypertrophy of the folds and hyperplasia of the mucous membrane epithelial cells in the fallopian tubes. In some areas of the uterus, cells with cilia were found, and in the bends of the folds, the mucous membrane epithelium was absent, and connective tissue growth was observed in the glandular layer of the mucous membrane. Follicular atresia and folliculogenesis disorders in the ovaries were detected, which contributes to infertility. The general characterization of changes in ovarian structure indicates hypofunction and absence of follicles. Histologic changes, such as epithelial degeneration and desquamation, are key determinants of these pathologic conditions and may be important for the development of treatment and prevention strategies for this pathology. The obtained results contribute to a deeper understanding of morphohistological changes in the reproductive system of cows and their impact on reproductive functions, and can be the basis for developing effective strategies for the diagnosis and treatment of symptomatic infertility in cows.

Keywords: cows, symptomatic infertility, morphological and histological changes, uterus, fallopian tube, ovary.

Морфогістоархітектоніка органів статеві системи корів за симптоматичної неплідності

Г. П. Гришук¹ | С. В. Гуральська¹ | П. В. Ковальов¹ | І. М. Деркач²

¹Поліський національний
університет,
м. Житомир, Україна

²Національний університет
біоресурсів
і природокористування
України,
м. Київ, Україна

У сучасних умовах проблема неплідності серед великої рогатої худоби залишається актуальною. У статті розглядаються патологоанатомічні та гістологічні аспекти, пов'язані з неплідністю у корів. Метою дослідження було дослідження статусу організму неплідних корів за наявності симптоматичної неплідності на основі морфологічного та гістологічного дослідження внутрішніх статевих органів. Для проведення досліджень використовували яєчники, маткові труби та матка корів української чорно-рябої породи. Застосовували загальноприйнятні методи фіксації тканин та виготовлення зрізів для гістологічних досліджень. З'ясовано, що симптоматична неплідність у корів пов'язана з гіпотонією та субінволюцією матки, запаленням маткових труб і яєчників, гіпофункцією яєчників та гіполутеолізмом. На підставі отриманих результатів доведено, що гіпотонія матки є основною причиною гальмування процесів інволюції, які призводять до ускладнень, таких як припинення виділення лохій та зміни у структурі рогів матки. Морфометричні дослідження маткових труб підтверджують взаємозв'язок неплідності з патологічними змінами в них. За допомогою гістологічних досліджень статевих органів корів української чорно-рябої породи із симптоматичною неплідністю виявлено наявність у маткових трубах гіпертрофії складок та гіперплазії епітеліоцитів слизової оболонки. На деяких ділянках матки зафіксовано клітини з війками, а у згинах складок епітелій слизової оболонки відсутній, у залозистому шарі слизової оболонки спостерігається зростання сполучної тканини. Виявлено атрезію фолікулів та порушення фолікулогенезу у яєчниках, що сприяє виникненню неплідності. Загальна характеристика змін у структурі яєчників вказує на гіпофункцію та відсутність фолікулів. Гістологічні зміни, такі як дегенерація та десквамція епітелію, слугують ключовими факторами, що визначають ці патологічні стани, і вони можуть бути важливими для розвитку стратегій лікування та профілактики такої патології.

Ключові слова: корови, симптоматична неплідність, морфо-гістологічні зміни, матка, маткова труба, яєчник.

Бібліографічний опис для цитування: Гришук Г. П., Гуральська С. В., Ковальов П. В., Деркач І. М. Морфогістоархітектоніка органів статеві системи корів за симптоматичної неплідності. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 126–132.

Вступ

Нині існує значна кількість наукових повідомлень стосовно поширеності неплідності великої рогатої худоби, зокрема дослідники стверджують, що у корів цей показник коливається в межах від 20 до 90 % [1–4]. Важливо зауважити, що неплідність у корів частіше зумовлюється віковими та індивідуальними особливостями організму, умовами їх годівлі, утримання та експлуатації [5–7].

Післяотельний період у корів визначається складними фізіологічними процесами, які впливають на внутрішні статеві органи. Певні умови, такі як отелення, утримання та годівля в останній місяць плодоношення, а також після отелення, можуть спричинити розвиток патологічних процесів. Ці процеси часто проявляються симптомами, характерними для запального процесу в ендометрії, і, отже, важливо вчасно діагностувати їх. Функціональні розлади матки і яєчників, які мають субклінічний характер і не завжди виявляються за допомогою спостережень, часто виступають як основна причина неплідності [8–11].

Органи статеві системи самок відіграють головну роль у репродуктивній функції організму, внутрішньоутробному розвитку плода і виконанні ендокринної функції [12–14]. Питання про функцію та морфологію яєчників та матки корів і телиць було предметом досліджень низки учених, таких як Рожко Ф. Г., Краєвський А. Й. (2019), Бабань О. А., Папченко І. В. (2015), Кот Т. Ф. та ін. (2018) [15–17]. Ці дослідження стосуються як морфофункціональних змін у яєчниках корів за умови симптоматичної неплідності, так і питань, пов'язаних із різними фізіологічними станами організму самок [3, 18, 19]. Зокрема встановлено, що морфологічні структури яєчників виконують ендокринні функції, і продукція естрогену та прогестерону впливає на стадію збудження статевого циклу та підтримання тільності [20, 21].

Калиновський Г. М., Заремблук С. Б. (2014), Кацараба та ін. (2016), Баймишев К. Б. та ін. (2018) підкреслюють, що фізіологічний стан шийки матки, її положення, прохідність каналу та набряк складок важливі для процесу осіменіння [22–24]. Зміни в них при хворобах, таких як гіперплазія, гіпертрофія та деякі інші, стають перешкодою для осіменіння корів [25].

Встановлено, що запальні процеси, які виникають у матці, яєчниках та маткових трубах, є основними факторами симптоматичної форми неплідності корів [26]. Незалежно від того, де ці запальні процеси локалізуються в гістологічній будові статевих органів, вони спричиняють розвиток патологічних змін, особливо виражених у слизовій оболонці [2, 3, 16].

Наведені результати досліджень вказують на актуальність подальшого вивчення патогенезу неплідності у корів, оскільки розкриття цього питання може сприяти розробці ефективних заходів профілактики неплідності.

Мета дослідження

Визначити статус організму неплідних корів в умовах симптоматичної неплідності на основі морфологічного та гістологічного дослідження внутрішніх статевих органів.

Матеріали і методи

Дослідження виконували на поголів'ї корів української чорно-рябої породи з використанням морфологічних та гістологічних методів досліджень.

Для гістологічних досліджень шматочки яєчників, маткових труб та матки фіксували в 10 %-му водному розчині нейтрального формаліну. Після чого фіксовані шматочки органу промивали, зневоднювали та заливали у парафін. З парафінових блоків виготовляли гістологічні зрізи на санному мікромомі МС-2 завтовшки не більше 10 мкм.

Для вивчення морфології клітин і тканин та для отримання оглядових препаратів застосовували фарбування зрізів гематоксиліном Ерліха та еозином. Мікрофотографування гістологічних препаратів здійснювали за допомогою цифрової фотокамери, яка вмонтована в мікроскоп Primo Star (Carl Zeiss, Німеччина) та підключена до персонального комп'ютера.

Результати та їх обговорення

З отриманих даних встановлено, що післяотельний період найчастіше ускладнюється гіпотонією матки, яка виступає основною причиною гальмування процесів інволюції (рис. 1). Внаслідок цього роги матки стають потовщеними та гіпотонічними, відбувається припинення або затримка виділення лохий, а стінки рогів матки формують слабо виражені поздовжні складки. В одному з яєчників залишається жовте тіло, тоді як інший стає зменшеним і щільним, без ознак фолікулогенезу.



Рис. 1. Матка неплідної корови за субінволюції (35-та доба після отелу)

Шийка матки у цих тварин має набряк, вона збільшена та утворює три або чотири великі циркулярні складки, що утворюються із дрібних радіальних складок. Зовнішня велика циркулярна складка виступає, а внутрішня, менша циркулярна складка має набряклі радіальні складки. В результаті розвитку цих патологоанатомічних змін, виявлених у неплідних корів, зовнішній отвір шийки матки стає закритим (рис. 2).

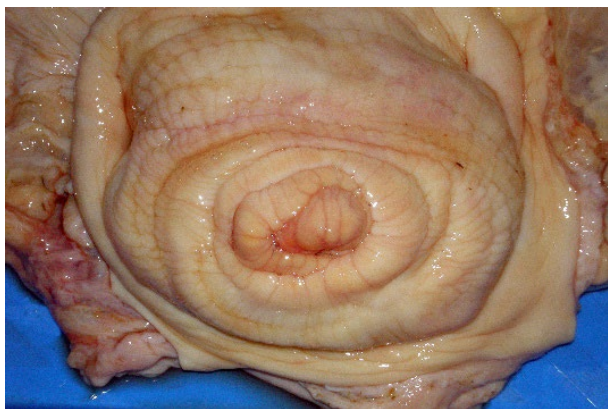


Рис. 2. Шийка матки неплідної корови за субінволюції (35-та доба після отелу)

При розтині стінок рогів при субінволюції матки, слизова оболонка виявляє ознаки набряку, а порожнина її наповнена густим в'язким світло-коричневим слизом. Зачатки материнських плацент збільшені і мають сірувато-жовте забарвлення (рис. 3).

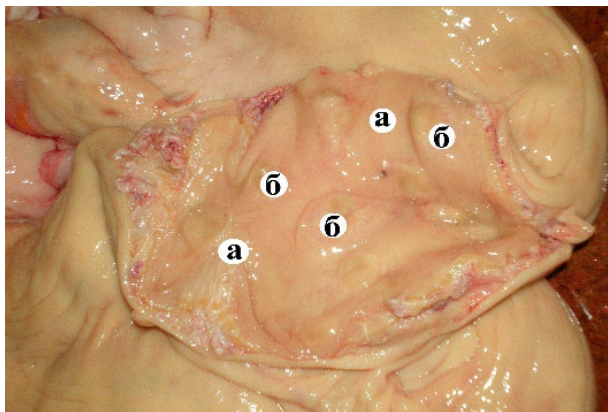


Рис. 3. Слизова оболонка рогів за субінволюції матки неплідної корови:
а – складки слизової оболонки; б – зачатки материнських плацент

Морфометричні дослідження показали, що маткові труби клінічно здорових корів, перебуваючи у стадії рівноваги статевого циклу, мають довжину $22,0 \pm 1,0$ см. Діаметр труб на відстані 3 см від рога матки становить 2–3 мм, а в ділянці ампули – 3–4 мм.

За результатами обстеження 75-ти вибракуваних та забитих корів встановлено, що у п'яťох з них спостерігався сальпінгіт, а у однієї – запалення широкої маткової зв'язки та сальпінгіт. Також у трьох корів виявлено адгезивний оофорит.

При сальпінгіті та оофориті широкі півки та фібринові нитки з'єднували яєчник та маткові труби з підвішуючою зв'язкою яєчника. Форма яєчника була серцеподібною, а на широкій його поверхні виділялася товстостінна кіста, від якої відходила широка сполучнотканинна складка (рис. 4).

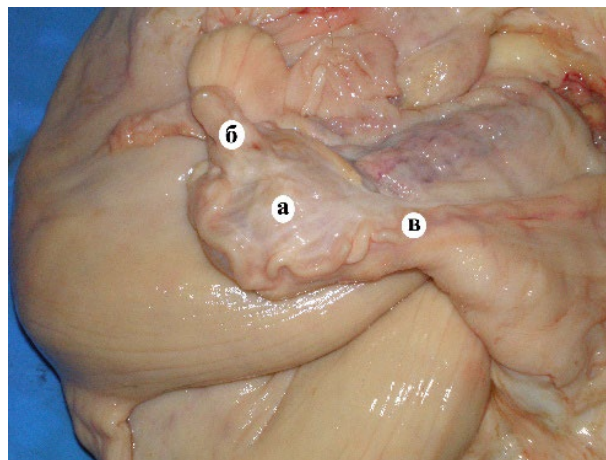


Рис. 4. Хронічний сальпінгіт у комплексі з гіпотонією матки, у неплідної корови:
а – яєчник; б – кіста; в – маткова труба

Підвішуюча маткова зв'язка під час запального процесу виявилася потовщеною, набряклою і міцно утримувала верхівки обох рогів матки (рис. 5) у вигляді одного неперервного шару. Обидва яєчники, розміром з дрібну кvasолину, мали щільну консистенцію та гладку, горбкувату поверхню без ознак фолікулогенезу.

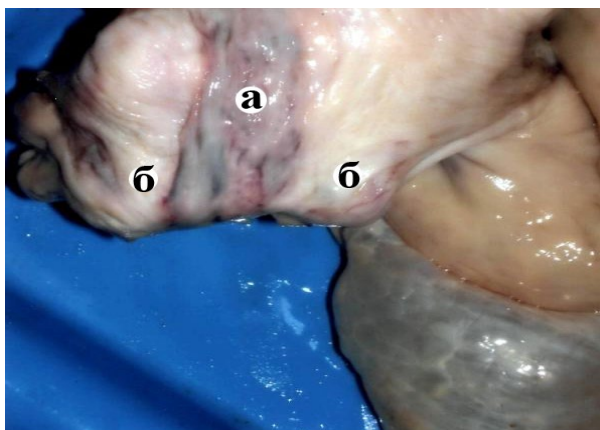


Рис. 5. Запалення підвішуючої зв'язки матки у неплідної корови:
а – підвішуюча зв'язка матки; б – роги матки

За наявності субінволюції матки, виявленій на 35-ту добу після отелу роги тільки в ділянках їх згинання і переходу в тіло матки були зібрані в широкі, добре виражені поздовжні складки. У правому яєчнику ще зберігалася жовте тіло яскраво-помаранчевого кольору діаметром 2 см. Лівий яєчник мав щільну консистенцію, видовжену бобоподібну форму, через його поверхню проглядалися дрібні фолікули і залишки жовтого тіла (рис. 6).

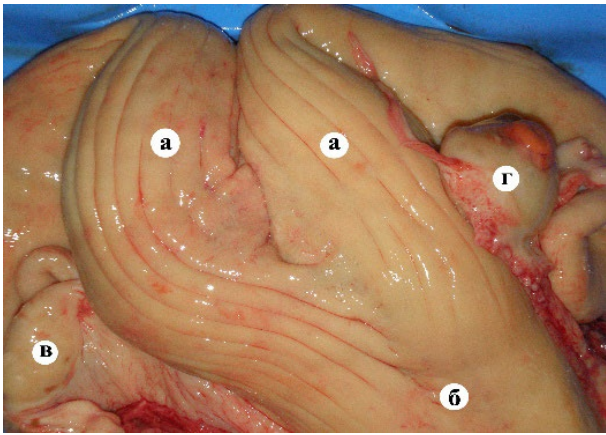


Рис. 6. Субінволюція матки на 35-ту добу після отелу:
а – роги матки; в – лівий яєчник; б – тіло матки; г – правий яєчник

Шийка матки мала кільцеподібну форму, зовнішня корона якої складалася з 40 великих, набряклих радіальних складок заввишки 5–6 см. У центрі корони діаметром 7 см розташовувалась аналогічна, менша корона, представлена 20 складками. Частина цих складок мала кубічну, кругло-овальну або циліндричну форму, просвіт якої діаметром 3 см закривали 3 великі пірамідальні складки (рис. 7).

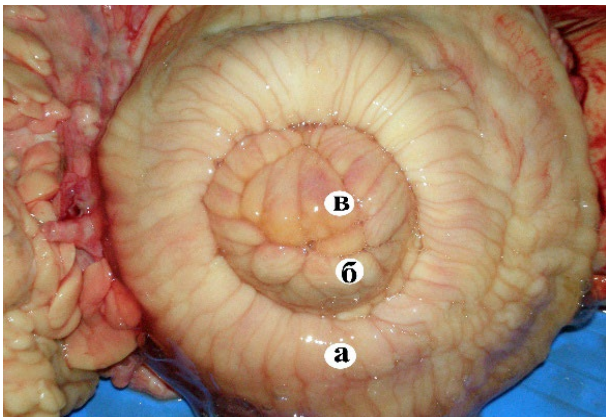


Рис. 7. Шийка матки у разі гіпотонії матки неплідної корови: *а – зовнішній контур шийки матки; б – середній відрізок шийки матки; в – центральна ділянка шийки матки*

За наявності субінволюції матки шийка щільно замкнена радіальними складками різної товщини, з яких виділяються збільшені, набряклі дві-три складки, що закривають каудальний отвір каналу. У випадку атонії матки, поєднаної із хронічним сальпінгітом, роги матки гладенькі, серозна оболонка зібрана в тоненькі повздовжні складки.

Отже, проведені дослідження свідчать, що основними причинами симптоматичної неплідності у корів були гіпотонія та субінволюція матки. Характер перебігу гіпотонії матки визначається змінами, які стосуються не лише стінки матки, але й її яєчників та маткових труб. При гіпотонії матки в ампуло-подібному розширенні маткових труб, зображеному

на поперечному зрізі, гістоструктура серозної і м'язової оболонок залишається без змін, тоді як у слизовій оболонці спостерігаються виражені дегенеративні зміни, що супроводжуються руйнуванням складок та їх епітеліального покриву (рис. 8).

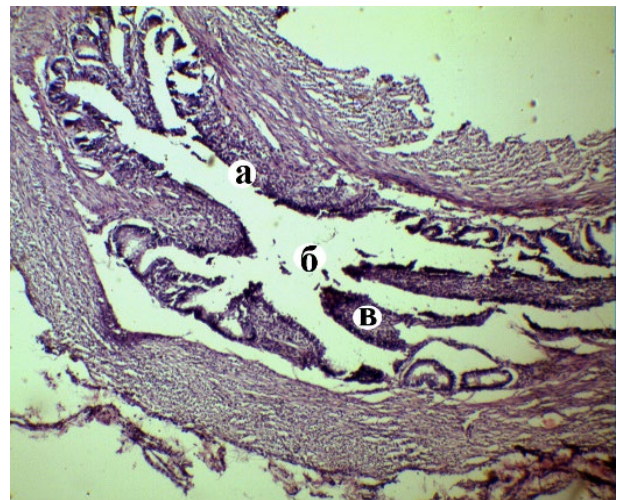


Рис. 8. Фрагмент слизової оболонки маткової труби при сальпінгіті у неплідної корови:
а – епітелій; б – просвіт маткової труби; в – детрит зруйнованих складок і епітеліоцитів.
Гематоксилін Ерліха та еозин. × 100

У ділянці маткової труби в абдомінальній частині також спостерігається часткова десквамація та дегенерація покривного епітелію складок, цитоліз і каріолізис епітеліоцитів, а також дегенеративні зміни у структурі складок слизової оболонки (рис. 9). В ділянці перешийка маткової труби виражені всі три оболонки, причому серозна оболонка формує складки різної форми та величини, а епітелій на них відсутній.

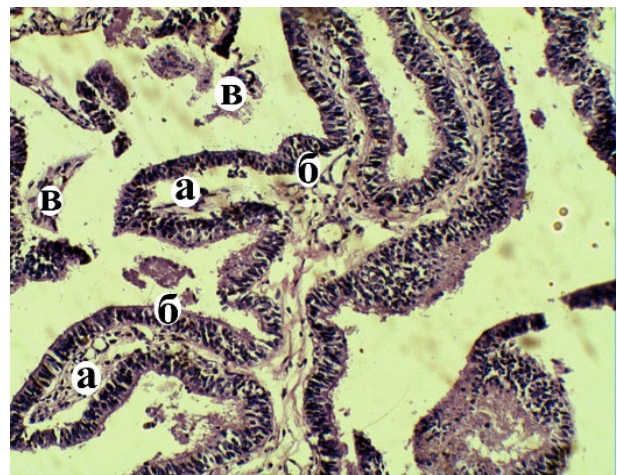


Рис. 9. Фрагмент зі слизової оболонки перешийка маткової труби при субінволюції матки у неплідної корови:
а – складки слизової оболонки; б – епітелій; в – детрит зруйнованих складок і епітеліоцитів.
Гематоксилін Ерліха та еозин. × 400

При запаленні маткових труб складки слизової оболонки набувають різної форми, загалом вони

представлені високими язикоподібними структурами середньої висоти з широкою основою. На окремих ділянках можна виявити десквамацію епітелію складок, а детрит, утворений руйнованими складками та епітеліоцитами, наповнює просвіт каналу маткової труби (рис. 10).

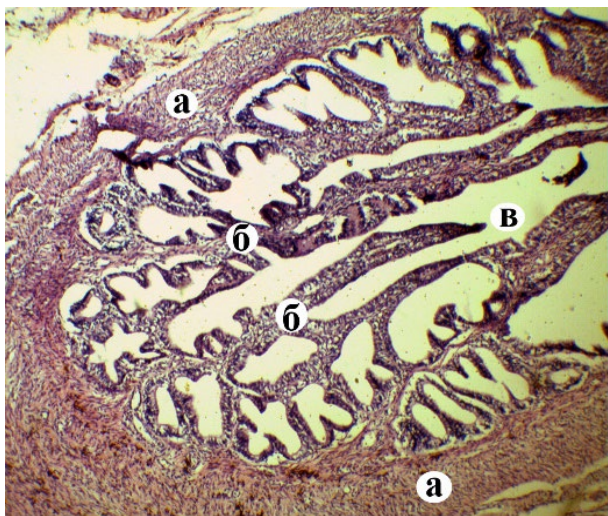


Рис. 10. Фрагмент зі стінки маткової труби в ділянці перешийка (поперечний зріз) у неплідної корови: а – м'язовий шар; б – складки слизової оболонки; в – просвіт маткової труби.
Гематоксилін Ерліха та еозин. $\times 100$

Власна пластинка слизової оболонки пухка. Епітелій слизової оболонки часто місцево зазнає руйнування, цитоплазма епітеліоцитів формує єдину масу, ядра в окремих ділянках щільно розташовані або взагалі зруйновані, іноді неоднорідно фарбуються в різні відтінки фіолетово-синього кольору (рис. 11).

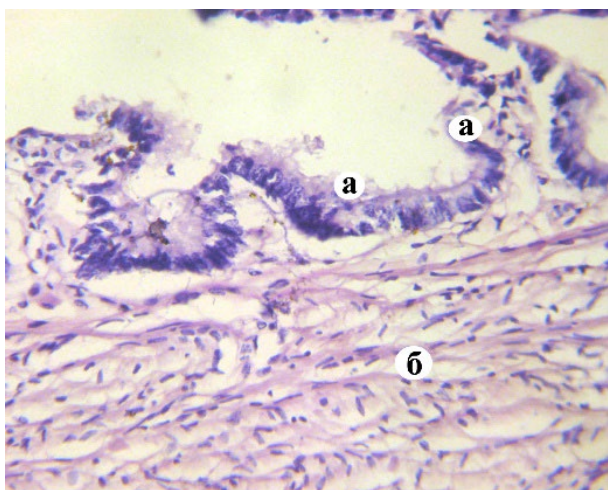


Рис. 11. Фрагмент слизової оболонки маткової труби за субінволюції матки: а – епітелій; б – підслизова пластинка.
Гематоксилін Ерліха та еозин. $\times 400$

У зовнішній білковій оболонці яєчника мезотелій локально відсутній. Вона має нерівномірну товщину та складається з 4–7 рядів паралельно розташованих

колагенових волокон завтовшки 70–75 мкм. З окремих ділянок в косо-вентральному напрямку виходять сполучнотканинні тяжі, які розділяють її на окремі пірамідоподібні частини.

Під білковою оболонкою та у всій кірковій речовині відсутні фолікули на будь-якому етапі росту і розвитку. Паренхіма кіркової речовини щільна, складається з веретеноподібних, трикутних, пірамідальних клітин, які мають темно-фіолетові полігональні ядра (рис. 12). Клітини з'єднані тонкими відростками і мають цитоплазму ніжно-рожевого кольору. Строма має низьку васкуляризацію.

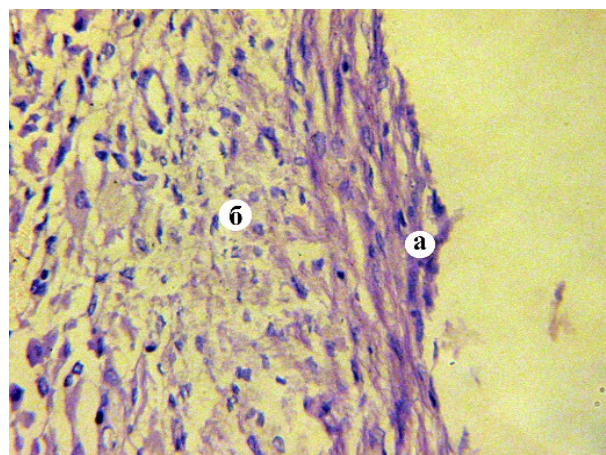


Рис. 12. Фрагмент яєчника неплідної корови: а – білкова оболонка; б – кіркова речовина.
Гематоксилін Ерліха та еозин. $\times 400$

Роботи Калиновського Г. М., Заремблук С. Б. (2014), Кацараби та ін. (2016), Баймишева К. Б. та ін. (2018) відзначають важливість фізіологічного стану шийки матки, положення, прохідності її каналу та набряку складок для ефективного процесу осіменіння [22–24]. Їхні результати узгоджуються із дослідженням Муратбаєва Д. М. та ін. (2018), які вказують на те, що гіперплазія, гіпертрофія можуть стати перешкодою для осіменіння корів [25].

Наші результати дослідження підтверджують дослідження Федоренка С., Кураксіної Л. (2021), які вказують на те, що запальні процеси, виявлені в матці, яєчниках та маткових трубах, визначені як найважливіші фактори симптоматичної неплідності корів [26]. Це підтверджують дослідження Бондаренко І., Лазоренко А., Краєвського А. (2019); Євтух Л. та ін. (2022); Бабаня О. А., Папченко О. А. (2015), які зазначають, що незалежно від локалізації запальних процесів, вони призводять до патологічних змін, зокрема у слизовій оболонці статевих органів [2, 3, 16]. У результаті гіпотонії матки виявлені дегенеративні зміни у слизовій оболонці маткових труб, що підтверджує попередні спостереження Муратбаєва Д. М. та ін. (2018). Руйнування складок та епітеліального покриву слизової оболонки є характерною особливістю при гіпотонії матки [25].

За результатами наших гістологічних досліджень з'ясовано, що під час запалення маткових труб виявлено часткову десквамацію, дегенерацію покривного епітелію складок та формування

виражених язикоподібних структур у слизовій оболонці. Це збігається зі спостереженнями дослідників Бондаренко І. та ін. (2019), підтверджуючи, що запалення труб є серйозним фактором у виникненні репродуктивних проблем [2].

Отже, власні результати та результати дослідження інших учених сприяють більш глибокому розумінню морфогістологічних змін у статевій системі корів та їхньому впливу на репродуктивні функції, та можуть бути основою для розробки ефективних стратегій діагностики та лікування симптоматичної неплідності у корів.

Висновки

1. Основні патоморфологічні зміни, які призводили до неплідності корів, включали субінволюцію матки, ускладнену сальпінгітом із утягуванням у запальний процес маткової зв'язки та яєчників, а також гіпофункцію яєчників та гіполотеоліз.

2. Первинними гістологічними змінами, які полягали в основі симптоматичної неплідності корів, були відшарування і дегенерація епітелію складок слизової оболонки, цитоліз та каріоліз епітеліоцитів у різних ділянках маткових труб, а також патологічні перетворення структури яєчника.

Перспективи подальших досліджень. На перспективу планується провести гістохімічне дослідження статевих органів за наявності симптоматичної неплідності корів.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Sklyarov, P., Kolesnyk, Y., & Khomych, Y. (2023). Prevalence and forms of infertility in cows of farm and backyard farms. *Agrarian Herald of the Black Sea Region*, 108, 63–68. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.108.08>
2. Bondarenko, I., Lazorenko, A., & Krajewsky, A. (2019). Structural and morphological changes of endometrium related to ovary cycle and condition of genital function of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 3 (46), 9–22. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2019.3.2>
3. Yevtikh, L., Hryshchuk, H., Kovalchuk, Y., & Zaika, S. (2022). Histological features of internal reproductive organs in cows with ovarian follicular cysts. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (107), 119–124. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10719>
4. Sachuk, R., Stravsky, Y., Katsaraba, O., Zhigalyuk, S., Kulnich, O., & Kushnir, M. (2019). Monitoring of obstetric pathology of cows in agricultural enterprises of Rivne region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 2 (96), 117–123. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9621>
5. Hryshchuk, G. P., & Gural'ska, S. V. (2022). Histomorphology of the reproductive organs of heifers of mating age with symptomatic infertility. *Veterinary Biotechnology*, 40, 32–42. https://doi.org/10.31073/vet_biotech40-03
6. Kraievskiy, A. Y., Dopa, V. O., Chekan, O. M., & Musiienko, Y. V. (2020). Age structure of heifer insemination and its impact on the frequency of complicated calving in primiparous cows and their culling from the breeding herd. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 1 (48), 23–31. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2020.1.4>

7. Bondarenko, I. V., & Velykodna, Kh. S. (2020). Analysis of the main components of anaphrodisia in cows and replacement heifers of the experimental farm. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 2 (49), 47–52.
8. Singh, M., Sharma, A., & Kumar, P. (2019). Bovine dystocia – An overview. *Journal of Veterinary Science and Zoology*, 1. <https://doi.org/10.31579/JVSZ/2019>
9. Roshka, F. G., Kraievskiy, A. Y., & Chekan, O. M. (2017). The influence of follicle size before insemination on blood progesterone level and fertility in cows during estrus synchronization. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 103, 375–378.
10. Bors, S. I., & Bors, A. (2020). Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 82 (10), 1515–1522. <https://doi.org/10.1292/jvms.20-0381>
11. Saqib, M. N., Qureshi, M. S., & Khan, R. U. (2018). Changes in postpartum metabolites and resumption of ovarian cyclicity in primiparous and multiparous dairy cows. *Applied Biological Chemistry*, 61 (1), 107–111. <https://doi.org/10.1007/s13765-017-0331-7>
12. Skljarov, P. M., Zubkov, O. O. (2021). Prediction of the postpartum period course in cows. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 7–17. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-168-2-7-17>
13. Zhelavskiy, M. M., Kemychnyi, S. P., Mizyk, V. P., Dmitriv, O. Yu., & Betlinska, T. V. (2020). Importance of metabolic processes and immune reactions in the development of cow pathology during pregnancy and postpartum periods. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3 (2), 36–41. <https://doi.org/10.32718/ujvas3-2.06>
14. Koreyba, L. (2021). Prediction of birth and postpartum pathology in deep-calving heifers by biochemical parameters of blood. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (101), 21–25. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10104>
15. Rozhka, F. G., & Kraievskiy, A. Y. (2019). Biochemical and morphological parameters for diagnosing ovarian cysts in cows. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 10 (4), 51–55. <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.04.007>
16. Baban, O. A., & Papchenko, I. V. (2015). Histological structure of cow ovaries at different days of the estrous cycle. *Scientific Messenger of Veterinary Medicine*, 2, 19–25.
17. Kot, T. F., Guralska, S. V., Sokulskiy, I. M., Zaika, S. S., & Homenko, Z. V. (2018). The microscopic structure and stereometric indices of the ovaries in heifers on radiation-contaminated territory. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.31890/vtp.2018.02.14>
18. Mogheiseh, A., Ahmadi, M. R., Nazifi, S., Mirzaei, A., & Fallah, E. (2020). Destination of corpus luteum in postpartum clinical endometritis cows and factors affecting self-recovery. *Veterinary and Animal Science*, 9, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2019.100067>
19. Channo, A., Kaka, A., Kalwar, Q., Jamali, I., Jelani, G., Bakhsh, M., Dahri, G. N., & Goil, J. P. (2022). An Overview of Bovine Cystic Ovarian Disease. *Pakistan Journal of Zoology*, 54, 2437–2444. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20210905140956>
20. Pelyh, K., & Fedorenko, S. (2019). Prevalence of ovarian cysts in cows associated with infertility. *Veterinary, Animal Husbandry, and Natural Resource Management*, 3, 225–229. <https://doi.org/10.31890/vtp.2019.03.30>
21. Lima, F. S. de. (2020). Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*, 17 (3). <https://doi.org/10.1590/1984-3143-ar2020-0063>
22. Kalinovskiy, G. M., & Zarembyuk, S. B. (2014). Combined pathology of internal reproductive organs as a cause of symptomatic infertility in cows. *Biology of Animals*, 16 (4), 186.
23. Katsaraba, O., Dmytriv, O., Kostyshyn, Y., Ivashkiv, R., Kudla, I., & Sachuk, R. (2016). Diagnostic stage gynecological clinical examination infertile cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (3 (71)), 163–166. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7136>
24. Baimishev, K. B., Baimishev, M. H., Grigoryev, V. S., Kokhanov, A. P., Uskova, I. V., & Khakimov, I. N. (2018). Increase in reproductive ability of high-producing cows, and qualitative parameters of their offspring, under conditions of intensive milk production. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 7 (4), 167–171. <https://doi.org/10.4103/2305-0500.237054>

25. Muratbayev, D. M., Tokayev, Z. K., Akhmetzhanov, O. N., Ygieva, A. S., & Mukhamadieva, N. N. (2018). Ovarian disorders treatment in dairy cows with infertility. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 6 (10), 436–442. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2018/6.10.436.44>
26. Fedorenko, S., & Kuraksina, L. (2021). Metritis in cows as a cause of decreased reproductive capacity: a review article. *Veterinary Science, Animal Husbandry and Environmental Sustainability*, 7, 146–149. <https://doi.org/10.31890/vttp.2021.07.22>

ORCID

- H. Hryshchuk  <https://orcid.org/0000-0001-7092-2412>
- S. Huralska  <https://orcid.org/0000-0001-7383-1989>
- P. Kovalov  <https://orcid.org/0000-0001-5388-0329>
- I. Derkach  <https://orcid.org/0000-0002-0149-7923>



2024 Hryshchuk H. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Therapeutic effectiveness of treatment measures for nematodoses of the digestive tract of cattle

V. Yevstafieva^{1,2} | D. Budnyk¹ | V. Melnychuk^{1,2} | B. Kyrychko¹ | I. Derkach³

Article info

Correspondence Author

V. Melnychuk

E-mail:

melnychuk86@ukr.net

¹Poltava State Agrarian University, Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine

²Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Donetska Str., 30, Kyiv, 03151, Ukraine

³National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Polkovnyka Potiekhina Str., 16, 03121, Kyiv, Ukraine

Citation: Yevstafieva, V., Budnyk, D., Melnychuk, V., Kyrychko, B., & Derkach, I. (2024). Therapeutic effectiveness of treatment measures for nematodoses of the digestive tract of cattle. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 133–138. doi: 10.31210/spi2024.27.01.22

Invasive diseases are widespread throughout the world and cause significant economic losses to livestock. Among the most common infestations in cattle, nematodoses of the digestive tract occupy one of the leading places in terms of relevance. These diseases are mostly chronic and are accompanied by damage to the intestinal mucosa and rennet, changes in the composition and activity of the microflora, and a decrease in immunity and productivity of animals. The use of anthelmintic drugs in the fight against parasitoses ensures the liberation of the animal body from helminths and at the same time does not affect the restoration of the normal composition of the intestinal microflora. The aim of the research was to establish the effectiveness of treatment measures for trichurosis and strongyloidosis of the digestive organs of cattle. Under experimental conditions, the anthelmintics Fenzol 22 % (AS – fenbendazole) and Novoverm 1 % (AS – aversectin C) were tested in combination with the symbiotic Enteronormin (probiotics – lactic acid bacteria *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus salivarius* and spore-forming bacteria *Bacillus subtilis*; prebiotics – water-soluble chitosan, peptones). The conducted studies established that Fenzol 22 % anthelmintic was more effective than Novoverm 1 % both for strongyloidosis of the digestive organs and for trichurosis. On the 30th day of the experiment, the extensive and intensive effectiveness of Fenzol 22 % was respectively 100 % for nematodes, Novoverm 1 % – 66.7 and 86.3 % for trichurosis, 100 % – for strongyloidosis of the digestive tract. At the same time, the application of anthelmintics to infested animals in combination with the symbiotic Enteronormin increases the effectiveness of treatment measures for nematodoses of the digestive tract and reaches 100 % in 30th days. The recovery period for cattle when using Fenzol 22 % for trichurosis is 30 days, when using Fenzol 22 % and Novoverm 1 % for strongyloidosis of the digestive organs – 10 and 30 days. The recovery period of animals when using complex treatment is reduced to 10 days for trichurosis, for strongyloidosis of the digestive organs – to 5 days. The results of the conducted research proved the expediency of using probiotics and prebiotics in complex therapy of cattle for trichurosis and strongyloidosis of the digestive organs.

Keywords: parasitology, cattle, nematodoses, trichurosis, strongyloidosis of digestive organs, treatment, effectiveness.

Терапевтична ефективність лікувальних заходів за нематодозів травного тракту великої рогатої худоби

В. О. Євстаф'єва^{1,2} | Д. Г. Будник¹ | В. В. Мельничук^{1,2} | Б. П. Киричко¹ | І. М. Деркач³

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

²Інститут ветеринарної медицини Національної академії аграрних наук України, м. Київ, Україна

³Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Інвазійні хвороби широко розповсюджені в усьому світі та завдають значних економічних збитків тваринництву. З-поміж найбільш поширених інвазій у великої рогатої худоби за актуальністю нематодози травного тракту посідають одне із провідних місць. Ці захворювання перебігають переважно хронічно і супроводжуються пошкодженням слизової кишкової і сичуга, змінами у складі й активності мікрофлори, зниженням імунітету та продуктивності тварин. Застосування антигельмінтних препаратів у боротьбі з паразитогами забезпечує звільнення організму тварин від гельмінтів і водночас не впливає на відновлення нормального складу кишкової мікрофлори. Метою досліджень було з'ясувати ефективність лікувальних заходів за наявності трихурузу та стронгілідозів органів травлення великої рогатої худоби. В експериментальних умовах проведено випробування антигельмінтиків Фензолу 22 % (ДР – фенбендазол) та Нововерму 1 % (ДР – аверсектин С) у поєднанні із симбіотиком Ентеронормін (пробіотики – молочнокислі бактерії *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus salivarius* та спороутворювальні бактерії *Bacillus subtilis*; пребіотики – хітозан водорозчинний, пептони). Результати проведених досліджень свідчать, що антигельмінтик Фензол 22 % виявився більш ефективним, ніж Нововерм 1 % як за наявності стронгілідозів органів травлення, так і при трихурозі. На 30-ту добу експерименту екстенсивність та інтенсивність Фензолу 22 % становила відповідно при нематодозах 100 %, Нововерму 1 % – 66,7 та 86,3 % при трихурозі, 100 % – за наявності стронгілідозів травного тракту. Водночас застосування інвазованим тваринам антигельмінтиків у поєднанні із симбіотиком Ентеронормін підвищує ефективність лікувальних заходів за наявності нематодозів травного тракту і на 30-ту добу сягає 100 %. Термін одужання великої рогатої худоби при застосуванні Фензолу 22 % за наявності трихурузу становить 30 діб, при застосуванні Фензолу 22 % і Нововерму 1 % за наявності стронгілідозів органів травлення – 10 та 30 діб. Термін одужання тварин при застосуванні комплексного лікування скорочується при трихурозі до 10-ти діб, за наявності стронгілідозів органів травлення – до 5-ти діб. Результатами проведених досліджень доведено доцільність застосування пробіотиків та пребіотиків у комплексній терапії великої рогатої худоби за наявності трихурузу та стронгілідозів органів травлення.

Ключові слова: паразитологія, велика рогата худоба, нематодози, трихуроз, стронгілідози органів травлення, лікування, ефективність.

Бібліографічний опис для цитування: Євстаф'єва В. О., Будник Д. Г., Мельничук В. В., Киричко Б. П., Деркач І. М. Терапевтична ефективність лікувальних заходів за нематодозів травного тракту великої рогатої худоби. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 133–138.

Вступ

Відомо, що серед найбільш поширених інвазій великої рогатої худоби привертають увагу нематодози шлунково-кишкового тракту, а саме: стронгілідози органів травлення, трихуроз, стронгілідоз. Причому в багатьох опублікованих роботах значне поширення цих захворювань серед великої рогатої худоби пояснюють природно-кліматичними особливостями територій та відповідними технологіями утримання поголів'я. Водночас наявні заходи щодо профілактики та терапії паразитозів часто проводять без урахування їх епізоотичних показників та фармакологічних особливостей лікарських засобів [1–5].

Як відомо, нині на ветеринарному ринку є досить широкий вибір протипаразитарних препаратів, що містять різні діючі речовини з різних хімічних груп. Однак для високої ефективності їх застосування необхідно проводити виробничі випробування [6–10].

Зокрема в умовах фермерських господарств Італії та Франції дослідники вивчали ефективність івермектину та бензімідазолів (фенбендазол, альбендазол) відносно шлунково-кишкових нематодозів у великої рогатої худоби. Ефективність івермектину коливалася від 73 до 100 %, бензімідазолів – від 95 до 100 % [11]. В іншому дослідженні було доведено, що за наявності шлунково-кишкових нематодозів великої рогатої худоби ефективність івермектину виявилася низькою і коливалася в межах від 0 до 68 %. Водночас ефективність фенбендазолу була вищою – 90 % [12].

У Новій Зеландії автори провели визначення ефективності моксидектину при різних способах його застосування відносно нематод шлунково-кишкового тракту великої рогатої худоби. Найбільш ефективним виявилось застосування препарату перорально разом з кормом – 91,1 %. Ін'єкційне застосування та примусове вливання моксидектину інвазованим тваринам мало недостатню лікувальну ефективність – 55,5 та 51,3 % відповідно [13]. В умовах ферм Канади досліджували ефективність фенбендазолу та івермектин за наявності нематодозів травного тракту у корів та телят. Автори виявили, що лікування телят антигельмінтиками було значно ефективнішим, ніж лікування корів. До того ж при лікуванні корів нижчу ефективність показав івермектин ($P < 0,05$). Дослідники не виявили різниці у приростах телят дослідної та контрольної груп [14].

Дослідження, проведені в Аргентині та Бразилії, для оцінки терапевтичної ефективності дорамектину, який вводили підшкірно в дозі 1 мл на 50 кг маси тіла великої рогатої худоби, вказують на високу його ефективність за наявності нематодозів шлунково-кишкового тракту. Зокрема ефективність дорамектину становила 99,9 % проти дорослих стадій нематод родів *Ostertagia*, *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Oesophagostomum*. Ефективність проти *Nematodirus helvetianus* становила 97,9 %, тоді як ефективність проти *Trichuris discolor* була нижчою і становила 92,3 % [15].

Тести на зменшення кількості яєць у фекаліях (FECRT) з використанням івермектину і бензімідазолу були проведені для встановлення антигельмінтної стійкості шлунково-кишкових нематод на фермах великої рогатої худоби в Німеччині, Бельгії та Швеції. FECRT з використанням івермектину показав зниження кількості яєць з 69 до 100 % на 7–14-ті добу та від 35 до 96 % – на 21-шу добу. Для бензімідазолів: Вальбазену (альбендазол 10 %, Pfizer) та Valbazen Vet (альбендазол 10 %, Orion Pharma) ефективність сягала 100 % [16].

Мета дослідження

Метою досліджень було з'ясувати ефективність лікувальних заходів за наявності трихурозу та стронгілідозів органів травлення великої рогатої худоби.

Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2023 р. в умовах приватних господарств Полтавської області та на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету.

Лабораторну діагностику нематодозів травного каналу великої рогатої худоби проводили за допомогою флотаційних методів копрооскопії. Кількість яєць у 1 г фекалій вираховували за методом Трача (II, яєць/г) [17]. Основними показниками інвазованості жуйних тварин збудниками нематодозів травного тракту були показники екстенсивності інвазії (EI, %) та інтенсивності інвазії (II, яєць у 1 г фекалій (яєць/г)).

Експериментальні досліді з визначення лікувальної ефективності антигельмінтиків за трихурозу та стронгілідозів органів травлення проводили на теличках віком 12–18 міс. та нетелях спонтанно інвазованих гельмінтами. З цих тварин було сформовано дослідні та контрольні групи тварин по 6 голів у кожній. До першої, другої, третьої та четвертої дослідних груп були відібрані тварини спонтанно інвазовані збудниками стронгілідозів органів травлення. До п'ятої, шостої, сьомої та восьмої дослідних груп були відібрані тварини спонтанно інвазовані збудниками трихурозу. Тварини дослідних груп отримували лікарські засоби, а тварин контрольних груп не лікували.

Для з'ясування ефективності лікувальних схем великій рогатій худобі застосовували антигельмінтні препарати Фензол 22 % (ДР – фенбендазол) та Нововерм 1 % (ДР – аверсектин С) у поєднанні із симбіотиком Ентеронормін (пробіотики – молочнокислі бактерії *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus salivarius* та спороутворювальні бактерії *Bacillus subtilis*; пребіотики – хітозан водорозчинний, пептони). Препарати застосовували згідно зі схемами, наведеними в таблиці 1.

Ефективність лікувальних схем визначали через 5, 10 та 30 днів за результатами копрооскопічних досліджень. Далі визначали екстенсефективність (EE, %) та інтенсефективність (IE, %).

Таблиця 1

Схеми застосування препаратів за нематодозів травного тракту великої рогатої худоби

Дослідні групи тварин (інвазія)	Препарат	Доза застосування
Перша, друга, третя та четверта дослідні групи (стронгілідози органів травлення)	Фензол 22 %	45 мг на кг маси тіла одноразово, разом із кормом
	Нововерм 1 %	0,5 мл на 50 кг маси тіла одноразово, підшкірно
П'ята, шоста, сьома та восьма дослідні групи (трихуроз)	Фензол 22 % + Ентеронормін	45 мг / кг одноразово + 1 г / 10 кг маси тіла 10 діб поспіль
	Нововерм 1 % + Ентеронормін	0,5 мл / 50 кг одноразово + 1 г / 10 кг маси тіла 10 діб поспіль

Результати та їх обговорення

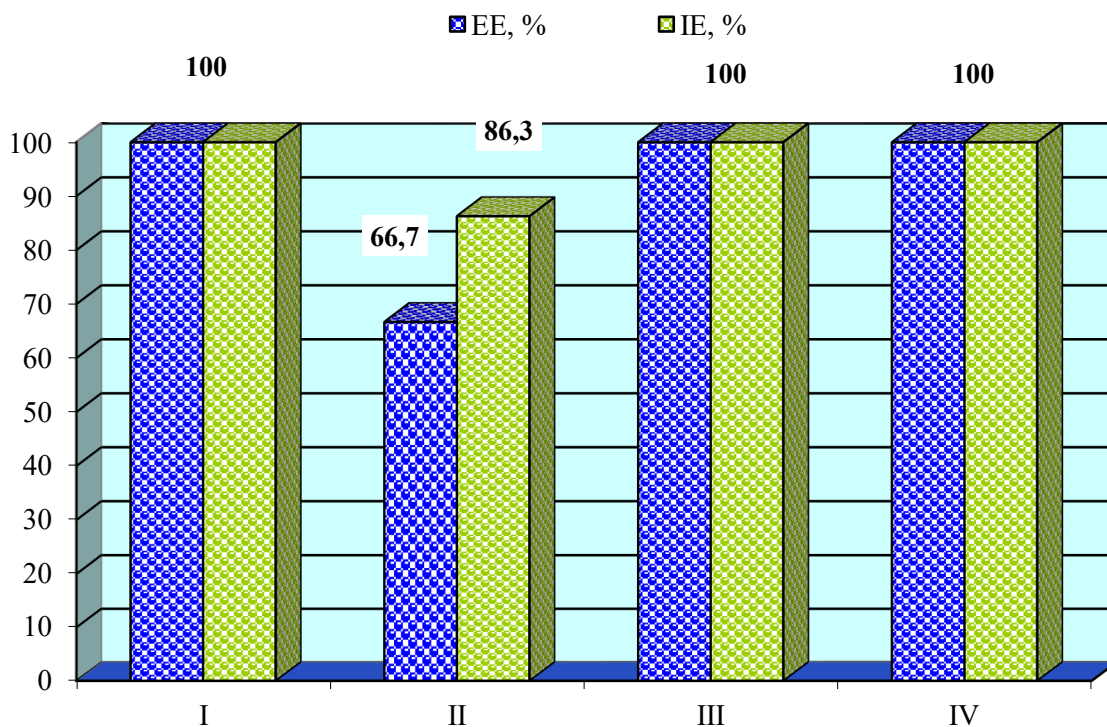
Результати проведених досліджень свідчать, що антигельмінтик фензол 22 % виявився більш ефективним, ніж нововерм 1 % як за наявності стронгілідозів органів травлення, так і при трихурозі. Зокрема, при трихурозі екстенс- та інтенс-

ефективність фензолу 22 % становила відповідно на 10-ту добу – 66,7 та 83,4 %, на 20-ту добу – 83,3 та 86,8 %, на 30-ту добу – 100 %. За наявності стронгілідозів органів травлення екстенс- та інтенс-ефективність фензолу 22 % становила відповідно на 10-ту добу – 83,3 та 91,1 %, на 20 та 30-ті доби – 100 % (табл. 2, рис. 1, 2).

Таблиця 2

Ефективність схем лікування великої рогатої худоби за наявності нематодозів травного тракту (n=6)

Препарат	Інвазія	ЕЕ, %			ІЕ, %		
		5 доба	10 доба	30 доба	5 доба	10 доба	30 доба
Фензол 22 %	трихуроз	66,7	83,3	100,0	83,4	86,8	100,0
	стронгілідози органів травлення	83,3	100,0	100,0	91,1	100,0	100,0
Нововерм 1 %	трихуроз	33,3	66,7	66,7	72,5	83,5	86,3
	стронгілідози органів травлення	50,0	83,3	100,0	81,2	91,2	100,0
Фензол 22 % + Ентеронормін	трихуроз	83,3	100,0	100,0	95,1	100,0	100,0
	стронгілідози органів травлення	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Нововерм 1 % + Ентеронормін	трихуроз	66,7	83,3	100,0	76,5	93,2	100,0
	стронгілідози органів травлення	83,3	100,0	100,0	91,1	100,0	100,0

**Рис. 1.** Ефективність лікувальних схем при трихурозі великої рогатої худоби на 30-ту добу експерименту за використання:

I – фензолу 22 %, II – нововерму 1 %, III – фензолу 22 % + ентеронорміну, IV – нововерму 1 % + ентеронорміну

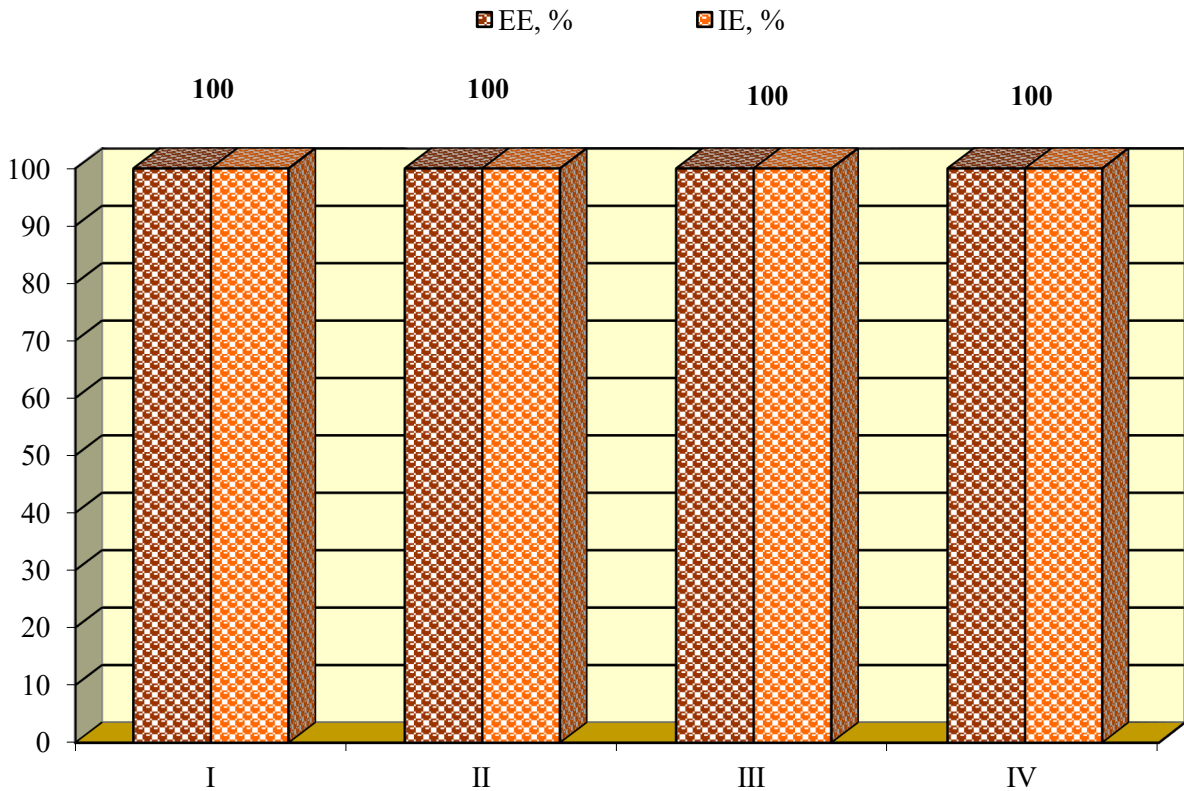


Рис. 2. Ефективність лікувальних схем за наявності стронгілідозів органів травлення великої рогатої худоби на 30-ту добу експерименту за використання:
 I – фензолу 22 %, II – нововерму 1 %, III – фензолу 22 % + ентеронорміну, IV – нововерму 1 % + ентеронорміну

Ефективність нововерму 1 % при трихурозі становила на 10-ту добу – 33,3 та 72,5 %, на 20-ту добу – 66,7 та 83,5 %, на 30-ту добу – 66,7 та 86,3 %. За наявності стронгілідозів органів травлення екстенс- та інтенсефективність цього препарату становила відповідно на 10-ту добу – 50,0 та 81,2 %, на 20-ту – 83,3 та 91,2 %, на 30-ту добу – 100,0 %.

До того ж застосування інвазованим тваринам антигельмінтиків у поєднанні із симбіотиком підвищує ефективність лікувальних заходів за наявності нематодозів травного тракту. Зокрема одночасне застосування фензолу 22 % та ентеронорміну тваринам, хворим на трихуроз, ефективність лікування становила на 10-ту добу – 83,3 та 95,1 %, на 20- та 30-ті доби – 100 %, а при лікуванні тварин, інвазованих збудниками стронгілідозів органів травлення, ефективність сягала 100,0 % упродовж експерименту. Одночасне застосування нововерму 1 % та ентеронорміну тваринам, хворим на трихуроз, ефективність лікування становила на 10-ту добу – 66,7 та 76,5 %, на 20-ту добу – 83,3 та 93,2 %, на 30-ту добу – 100,0 %. При лікуванні тварин, інвазованих збудниками стронгілідозів органів травлення, ефективність становила на 10-ту добу – 66,7 та 76,5 %, на 20- та 30-ті доби – 100 %.

Термін одужання великої рогатої худоби при застосуванні лише антигельмінтиків виявився довшим, ніж під час комплексного лікування тварин (рис. 3). Так, при застосуванні фензолу 22 % хворим

на трихуроз тваринам термін їх одужання становить 30 діб, при застосуванні фензолу 22 % і нововерму 1 % за наявності стронгілідозів органів травлення – 10 та 30 діб. Термін одужання тварин при застосуванні комплексного лікування, де поєднували антигельмінтик та симбіотик, скорочується при трихурозі – до 10-ти діб, за наявності стронгілідозів органів травлення – до 5-ти діб.

Літературні дані свідчать про значне поширення нематодозів шлунково-кишкового тракту у великої рогатої худоби, зокрема й стронгілідозів та трихурозу [4, 5, 18, 19]. Тому актуальним є з'ясування ефективності лікувальних схем, що включають антигельмінтики, пробіотики та пребіотики. Результати проведених досліджень свідчать, що антигельмінтик фензол 22 % виявився більш ефективним, ніж нововерм 1 % як за наявності стронгілідозів органів травлення, так і при трихурозі. На 30-ту добу експерименту екстенсефективність та інтенсефективність фензолу 22 % становила відповідно за наявності нематодозів 100 %, нововерму 1 % – 66,7 та 86,3 % при трихурозі, 100 % – за наявності стронгілідозів травного тракту. До того ж застосування інвазованим тваринам антигельмінтиків у поєднанні із симбіотиком ентеронормін підвищує ефективність лікувальних заходів за наявності нематодозів травного тракту і на 30-ту добу сягає 100 %. Водночас одночасне застосування антигельмінтиків та симбіотика дає змогу значно скоротити термін одужання тварин.

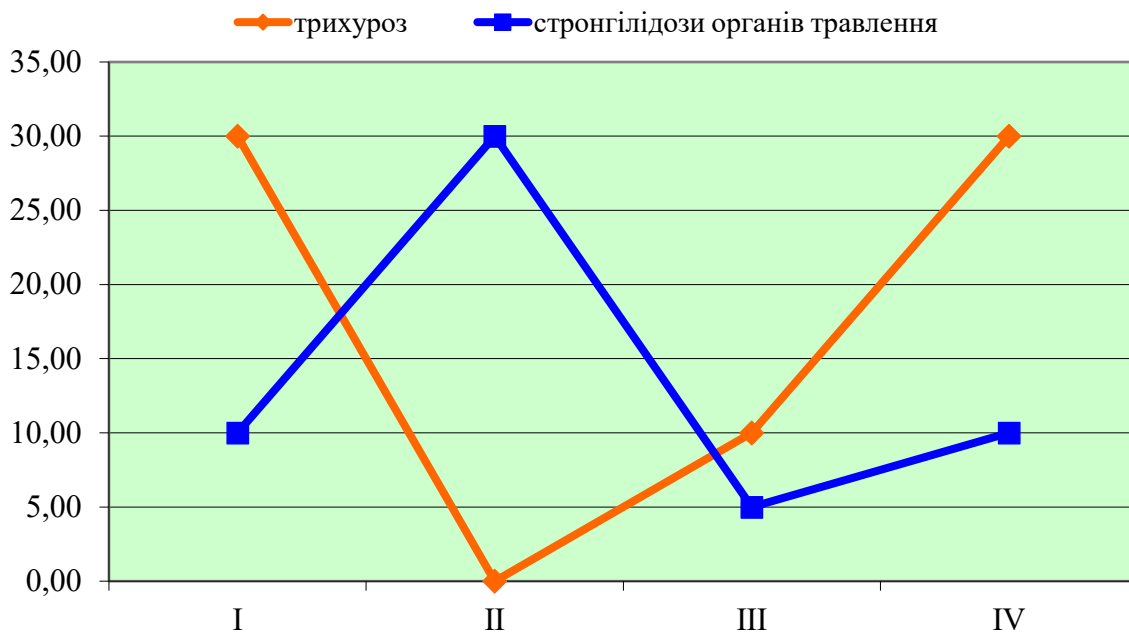


Рис. 3. Термін одужання великої рогатої худоби при використанні:

I – фензолу 22 %, II – нововерму 1 %, III – фензолу 22 % + ентеронорміну, IV – нововерму 1 % + ентеронорміну

Про вищу ефективність препаратів на основі фенбендазолу, ніж івермектину, за наявності нематодозів органів травлення великої рогатої худоби свідчать роботи багатьох дослідників [11, 14, 16]. Також дослідники зазначають, що пробіотики є новими альтернативними профілактичними та терапевтичними засобами відносно шлунково-кишкових паразитів. Це переважно грампозитивні бактерії з непатогенними характеристиками, стійкими до низького рН і кислоти. Їх непатогенна симбіотична діяльність у кишечнику тварини допомагає у відновленні мікробіоти бактерій шляхом стимулювання імунної системи, метаболізму та антипатогенної дії. Крім того, автори виявили, що кілька штамів пробіотиків мають антипаразитарну дію проти шлунково-кишкових паразитів як на стадії яєць, так і на стадії личинок [20, 21].

Результати проведених досліджень доводять доцільність застосування пробіотиків та пребіотиків у комплексній терапії великої рогатої худоби за трихуросу та стронгілідозів органів травлення.

Висновки

Проведені дослідження свідчать про високу ефективність антигельмінтика фензолу 22 % за трихуросу та стронгілідозів органів травлення великої рогатої худоби. Його екстенс- та інтенсефективність на 30-ту добу лікування сягала 100,0 %. Антигельмінтик нововерм 1 % при трихуросі виявився неефективним, а за наявності стронгілідозів органів травлення його ефективність на 30-ту добу лікування сягала 100,0 %. Комплексне лікування великої рогатої худоби, інвазованої збудниками нематодозів травного тракту, а одночасне застосування антигельмінтиків та симбіотика ентеронормін підвищує його ефективність та скорочує термін одужання тварин.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., & Korchan, L. (2020). Peculiarities of sheep parasitoses spreading in the autumn-pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 163–169. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.20>
2. Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., Korchan, L., Shcherbakova, N., & Dolhin, O. (2020). Epizootological peculiarities of the course of cattle and sheep parasitoses in the summer pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 205–212. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.23>
3. Thanasuwan, S., Piratae, S., & Tankrathok, A. (2021). Prevalence of gastrointestinal parasites in cattle in Kalasin province, Thailand. *Veterinary World*, 14 (8), 2091–2096. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2091-2096>
4. Navarre, C. B. (2020). Epidemiology and Control of Gastrointestinal nematodes of cattle in southern climates. *The Veterinary clinics of North America. Food Animal Practice*, 36 (1), 45–57. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.006>
5. Wills, F. K., Waldner, C. L., Campbell, J. R., Pollock, C., & Uehlinger, F. D. (2020). Gastrointestinal nematode prevalence and fecal egg counts in beef cattle from western Canada. *The Canadian Veterinary Journal*, 61 (6), 605–612.
6. Chartier, C., Ravinet, N., Bosco, A., Dufourd, E., Gadanho, M., Chauvin, A., Charlier, J., Maurelli, M. P., Cringoli, G., & Rinaldi, L. (2020). Assessment of anthelmintic efficacy against cattle gastrointestinal nematodes in western France and southern Italy. *Journal of Helminthology*, 94, e125. <https://doi.org/10.1017/S0022149X20000085>
7. Canton, C., Ceballos, L., Fiel, C., Moreno, L., Domingo Yagüez, P., Bernat, G., Lanusse, C., & Alvarez, L. (2017). Resistant nematodes in cattle: Pharmacological assessment of the ivermectin-ricobendazole combination. *Veterinary Parasitology*, 234, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.12.021>
8. Bullen, S. L., Beggs, D. S., Mansell, P. D., Runciman, D. J., Malmo, J., Playford, M. C., & Pyman, M. F. (2016). Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of dairy cattle in the Macalister Irrigation District of Victoria. *Australian Veterinary Journal*, 94 (1-2), 35–41. <https://doi.org/10.1111/avj.12407>

9. Craig, T. M. (2018). Gastrointestinal Nematodes, Diagnosis and Control. *The Veterinary clinics of North America. Food Animal Practice*, 34 (1), 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.008>
10. Mauger, M., Kelly, G., Annandale, C. H., Robertson, I. D., Waichigo, F. K., & Aleri, J. W. (2022). Anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes in dairy calves within a pasture-based production system of south West Western Australia. *Australian Veterinary Journal*, 100 (7), 283–291. <https://doi.org/10.1111/avj.13162>
11. Chartier, C., Ravinet, N., Bosco, A., Dufourd, E., Gadanho, M., Chauvin, A., Charlier, J., Maurelli, M. P., Cringoli, G., & Rinaldi, L. (2020). Assessment of anthelmintic efficacy against cattle gastrointestinal nematodes in western France and southern Italy. *Journal of Helminthology*, 94, e125. <https://doi.org/10.1017/S0022149X20000085>
12. Vinueza Veloz, P., Rodriguez-Hidalgo, R., Celi-Eraoz, M., Casaert, S., & Geldhof, P. (2021). Widespread resistance to macrocyclic lactones in cattle nematodes in Ecuador. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 23, 100517. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100517>
13. Leathwick, D. M., & Miller, C. M. (2013). Efficacy of oral, injectable and pour-on formulations of moxidectin against gastrointestinal nematodes in cattle in New Zealand. *Veterinary Parasitology*, 191 (3-4), 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.020>
14. Mackie, K. G., Menzies, P. I., Bateman, K. G., & Gordon, J. L. (2019). Efficacy of fenbendazole and ivermectin in treating gastrointestinal nematode infections in an Ontario cow-calf herd. *The Canadian Veterinary Journal*, 60 (11), 1213–1219.
15. Eddi, C., Bianchin, I., Honer, M. R., Muniz, R. A., Caracostantogolo, J., & do Nascimento, Y. A. (1993). Efficacy of doramectin against field nematode infections of cattle in Latin America. *Veterinary Parasitology*, 49 (1), 39–44. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(93\)90221-8](https://doi.org/10.1016/0304-4017(93)90221-8)
16. Demeler, J., Van Zeveren, A. M., Kleinschmidt, N., Vercruyse, J., Höglund, J., Koopmann, R., Cabaret, J., Claerebout, E., Areskog, M., & von Samson-Himmelstjerna, G. (2009). Monitoring the efficacy of ivermectin and albendazole against gastro intestinal nematodes of cattle in Northern Europe. *Veterinary Parasitology*, 160 (1-2), 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.030>
17. Trach, V. N. (1981). The easiest method of identifying and addressing the helminth eggs in the feces of animals. *Proceedings of the second Zakavkazskoj conference on parasitology*. (pp. 229–231). Erevan.
18. Pfukenyi, D. M., & Mukaratirwa, S. (2013). A review of the epidemiology and control of gastrointestinal nematode infections in cattle in Zimbabwe. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 80 (1), 612. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v80i1.612>
19. Keyyu, J. D., Kyvsgaard, N. C., Monrad, J., & Kassuku, A. A. (2005). Epidemiology of gastrointestinal nematodes in cattle on traditional, small-scale dairy and large-scale dairy farms in Iringa district, Tanzania. *Veterinary Parasitology*, 127 (3-4), 285–294. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.10.014>
20. Saracino, M. P., Vila, C. C., Baldi, P. C., & González Maglio, D. H. (2021). Searching for the one(s): Using Probiotics as Anthelmintic Treatments. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 714198. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.714198>
21. Attah, F., Ajanya, B. U., Mahmud, M. E., Owolabi, B., Oyibo-Uzman, K. A., Adetoro, R. O., & Adeniyi, K. A. (2018). Therapeutic potency of probiotics in the treatment of gastrointestinal parasites. *Journal of Public Health and Diseases*, 1 (2), 22–30. <https://doi.org/10.31248/JPHD2018.011>

ORCID

- V. Yevstafieva  <https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>
D. Budnyk  <https://orcid.org/0009-0006-3757-8510>
V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>
B. Kyrychko  <https://orcid.org/0000-0003-1463-5501>
I. Derkach  <https://orcid.org/0000-0002-0149-7923>



2024 Yevstafieva V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Spread of parasitoses of the gastrointestinal tract of ruminants in the farms of the Kirovohrad and Dnipropetrovsk regions

I. Bondarevskiy 

Article info

Correspondence Author

I. Bondarevskiy

E-mail:

bondarevskiy.ivan.2017@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
1/3 Skovorody St., Poltava,
36003, Ukraine

Citation: Bondarevskiy, I. (2024). Spread of parasitoses of the gastrointestinal tract of ruminants in the farms of the Kirovohrad and Dnipropetrovsk regions. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 139–143. doi: 10.31210/spi2024.27.01.23

Parasitoses of the gastrointestinal tract of ruminants are quite common all over the world, in particular in Ukraine, as they cause significant economic losses to livestock farms. Animals of all age groups are infected with pathogens of invasions, they often form mixed infections, which are in a complex relationship with the host's organism. Among the helminthiasis of the gastrointestinal tract of cattle, sheep and goats, strongylidoses of the digestive organs became the most widespread. The aim of the work was to investigate the distribution and peculiarities of the course of parasitosis of the gastrointestinal tract of cattle, sheep and goats in the farms of Dnipropetrovsk and Kirovohrad regions. According to the results of the conducted research, it was established that the average extent of invasion of animals by causative agents of gastrointestinal parasitoses was 59.5 %. Invasive diseases of ruminants are widespread in Dnipropetrovsk (55.2 %) and Kirovohrad (62.5 %) regions. In cattle, the highest rates of EI were in the case of parasitism of strongylides of the gastrointestinal tract (15.8 %) and dicrocoelias (7.7 %). In sheep, the highest incidence was in case of parasitism of gastrointestinal strongylides (14.8 %), strongylides and dicrocoelias (11.7 %), strongylides and eimerias (9.2 %), and strongylides and trichuriasis (8.1 %). The largest share among affected goats is animals with parasitism of strongylidoses of the gastrointestinal tract (16.3 %) and strongylides and trichuriasis (11.9 %) and strongylides and dicrocoelias (9.8 %). The results of the conducted studies show that parasitoses of the gastrointestinal tract of cattle, sheep and goats more often occur as mixed infections. The obtained data on the parasitofauna of ruminants and the peculiarities of the course of invasions will allow to increase the effectiveness of measures to combat and prevent them.

Keywords: cattle, sheep, goats, parasites, distribution, extent of infestation.

Поширення паразитозів шлунково-кишкового каналу жуйних у господарствах Кіровоградської та Дніпропетровської областей

I. Л. Бондаревський

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Паразитози шлунково-кишкового каналу жуйних досить поширені в усьому світі, зокрема і в Україні, оскільки завдають значних економічних збитків тваринницьким господарствам. Збудниками інвазій заражаються тварини всіх вікових груп, вони часто формують мікстинвазії, які перебувають у складних взаємовідносинах з організмом хазяїна. Найбільшого поширення серед гельмінтозів шлунково-кишкового каналу великої рогатої худоби, овець та кіз набули стронгілідози органів травлення. Метою роботи було дослідити поширення та особливості перебігу паразитозів шлунково-кишкового каналу великої рогатої худоби, овець та кіз у господарствах Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Дослідження виконували в лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та в умовах одноосібних селянських і фермерських господарств Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Проведено визначення складу збудників інвазій, що паразитують у шлунково-кишковому каналі жуйних, ступеня їх ураження та особливостей перебігу паразитозів. За результатами проведених досліджень встановлено, що середня екстенсивність інвазії у тварин збудниками шлунково-кишкових паразитозів становила 59,5 %. Інвазійні хвороби жуйних значно поширені на території Дніпропетровської (55,2 %) і Кіровоградської (62,5 %) областей. У великої рогатої худоби найвищі показники ЕІ були у разі паразитування стронгілід шлунково-кишкового тракту (15,8 %) й дикроцелій (7,7 %). У овець найвища ураженість була у разі паразитування шлунково-кишкових стронгілід (14,8 %), стронгілід і дикроцелій (11,7 %), стронгілід і еймерій (9,2 %) та стронгілід і трихурисів (8,1 %). Найбільшу частку серед уражених кіз становлять тварини за наявності паразитування стронгілідозів шлунково-кишкового тракту (16,3 %) і стронгілід, і трихурисів (11,9 %) та стронгілід і дикроцелій (9,8 %). Результати проведених досліджень свідчать, що паразитози шлунково-кишкового каналу великої рогатої худоби, овець і кіз частіше перебігають як мікстинвазії. Отримані дані щодо паразитофауни жуйних та особливостей перебігу інвазій дозволять підвищити ефективність заходів із боротьби та профілактики з ними.

Ключові слова: велика рогата худоба, вівці, кози, паразити, поширення, екстенсивність інвазії.

Бібліографічний опис для цитування: Бондаревський І. Л. Поширення паразитозів шлунково-кишкового каналу жуйних у господарствах Кіровоградської та Дніпропетровської областей. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 139–143.

Вступ

Паразитози шлунково-кишкового каналу жуйних надзвичайно поширені в багатьох країнах світу. Водночас епізоотичні особливості більшості з них характеризуються хронічним перебігом і невираженими клінічними ознаками. З паразитами також пов'язані суттєві економічні втрати, що проявляються зменшенням виробництва молока, зниженням маси тіла тварин, недоотриманням приплоду, вибракуванням уражених туш і органів. Не зважаючи на лікувальні і профілактичні заходи, гельмінтози шлунково-кишкового тракту жуйних значно поширені [3, 15, 17].

Науковці зазначають, що паразитофауна травного тракту жуйних достатньо різноманітна і її склад залежить від багатьох чинників, а саме: кліматичних особливостей регіону, умов утримання тварин, дотримання зоогігієнічних і ветеринарних заходів. а допомогою проведених досліджень з'ясовано, що велика рогата худоба та вівці в колумбійських північно-східних горах були заражені гельмінтами та кокцидіями. У овець екстенсивність інвазії була дещо вищою (63 %), ніж у великої рогатої худоби (50,5 %) [13].

За даними науковців, на півдні Африки у кіз паразитують: *Trichuris* spp., *Strongyloides papillosus*, *Moniezia* spp., та ряд Strongylida. В середньому ЕІ не перевищувала 37,1 % [11]. З'ясовано, що на території Єгипту у великої рогатої худоби ураженість гельмінтами в середньому становила 47,5 %, у буйволів – 30,0 %, а у овець – 50,3 %, де домінуючими виявилися нематоди родини *Trichostrongylidae* [1]. Із 478-ми досліджених кіз 82,4 % були інвазовані шлунково-кишковими гельмінтами, а 82 % виділяли яйця нематод стронгілід, причому 90 % личинок стронгілід були ідентифіковані як *Haemonchus* spp. [10]. За даними науковців, зараження декількома паразитами, три і більше видів, було зареєстровано приблизно у 68 % досліджених кіз і 85 % овець [9].

На території південно-західної частини Сербії виявлені такі роди нематод у овець: *Ostertagia*, *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Haemonchus contortus*, *Oesophagostomum*, *Chabertia ovina*, *Cooperia*, *Marshallagia*, *Skrjabinema* and *Bunostomum*. Паразитози зареєстровано у 82,63 % тварин [12].

З-поміж 15-ти публікацій, включених до мета-аналізу, було доведено, що загальна поширеність гельмінтозів шлунково-кишкового тракту на території України становила 56,75 % (95 % ДІ: 56,23–57,28) [7].

Отже, встановлення поширення, видового складу та особливостей розподілу збудників в організмі великої рогатої худоби, овець та кіз за наявності

паразитозів у різних клімато-географічних регіонів є актуальним напрямом досліджень [4, 16, 18].

Мета дослідження

Метою досліджень було дослідити поширення та особливості перебігу паразитозів шлунково-кишкового каналу великої рогатої худоби, овець та кіз у господарствах Кіровоградської та Дніпропетровської областей.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі *задачі*: встановити паразитофауну збудників шлунково-кишкового каналу жуйних; визначити показники ураженості великої рогатої худоби, овець та кіз збудниками паразитозів; дослідити особливості перебігу паразитозів жуйних.

Матеріали і методи

Роботу виконували упродовж 2022–2024 рр. у лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та в умовах одноосібних селянських та фермерських господарств Кіровоградської та Дніпропетровської областей (Кропивницький та Криворізький райони).

Досліджували жуйних місцевих порід: велику рогату худобу (чорно-ряба та червона степова), овець (асканійська та романівська) і кіз (альпійська, зааненська та змішані) віком від 4-х міс. до 8-ми років. Гельмінтоооскопію проб проводили за кількісним методом [19], вираховували кількість яєць або ооцист у 1 г фекалій (яєць/г, ооцист/г).

Дослідження тварин на ураженість яйцями трематод проводили за допомоги стандартизованого методу послідовних змивів [2]. Основним показником ураження жуйних тварин збудниками паразитозів була екстенсивність інвазії (ЕІ, %).

Усього досліджено 773 голів жуйних, із них на території Кіровоградської області 454, а на території Дніпропетровської – 319. Щодо видової приналежності, то було відібрано проби фекалій від 323-х голів великої рогатої худоби, 358-ми овець і 92-х кіз.

Результати та їх обговорення

Загалом ми з'ясували, що 59,5 % тварин були уражені паразитами. У результаті проведених досліджень виявлено, що на території Дніпропетровської області 55,2 % жуйних виявились ураженими збудниками паразитозів шлунково-кишкового каналу, тоді як на території Кіровоградської області цей показник становив, відповідно 62,5 % (рис. 1).

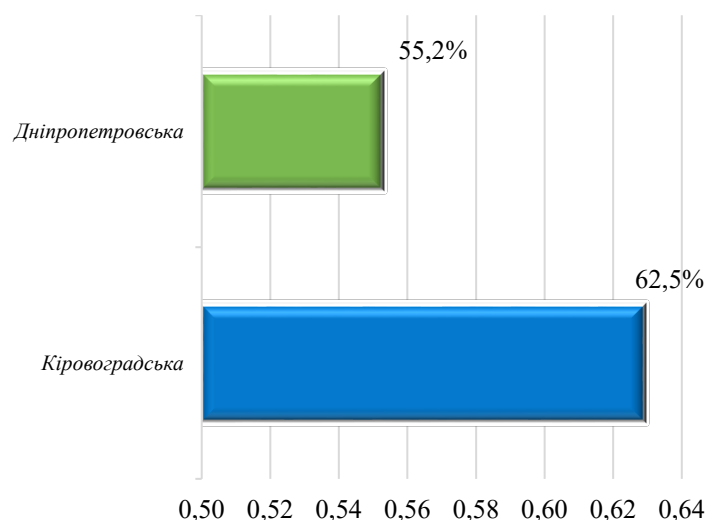


Рис. 1. Показники екстенсивності інвазій (%) жуйних у господарствах Дніпропетровської та Кіровоградської областей

Загалом серед великої рогатої худоби ураженість паразитами не перевищувала 57,9 %. З'ясовано, що згідно з даними табл. 1. ми виявили як моноінвазії, так і поліінвазії. Найвищі показники ЕІ були за паразитування стронгілід шлунково-кишкового тракту (15,8 %).

Таблиця 1

Екстенсивність ураження великої рогатої худоби збудниками паразитозів у Дніпропетровській та Кіровоградській областях України, n=323

№ з/п	Різновиди паразитозів	Уражено, гол.	ЕІ, %
1.	еймерії	4	1,2
2.	дикроцелії	25	7,7
3.	парамфістоми	14	4,3
4.	фасціоли	11	3,4
5.	стронгілідози	51	15,8
6.	трихуриси	16	4,9
7.	стронгілідози+дикроцелії+токсокари	13	4,0
8.	стронгілідози+фасціоли	15	4,6
9.	стронгілідози+парамфістоми	12	3,7
10.	стронгілідози+дикроцелії	19	5,9
11.	стронгілідози+еймерії	7	2,2

Примітки: дані копроовоскопічних досліджень, 2022–2024 рр.

З-поміж трематод найчисельнішими були дикроцелії (7,7%), тоді як яйця парамфістоматид і фасціол не перевищували 4,3% і 3,4%. Найменша кількість тварин була носієм еймерій (1,2%). Серед моноінвазій також виявляли яйця трихурисів (4,9%).

Також ми виявляли дво- і трикомпонентні мікстинвазії. Встановлено, що при паразитуванні стронгілід і дикроцелій та стронгілід і парамфістом були найвищі показники ЕІ.

Аналізуючи показники ураженості овець на території Дніпропетровської та Кіровоградської областей встановлено, що 59,8% від загальної кількості досліджених тварин були уражені мікстинвазіями (табл. 2).

Таблиця 2

Екстенсивність ураження овець шлунково-кишковими паразитами у Дніпропетровській та Кіровоградській областях, n=358

№ з/п	Різновиди паразитозів	Уражено, гол.	ЕІ, %
1.	стронгілідози+трихуриси	29	8,1
2.	стронгілідози+еймерії	33	9,2
3.	стронгілідози	53	14,8
4.	стронгілідози+дикроцелії	42	11,7
5.	стронгілідози+трихуриси+еймерії	11	3,1
6.	стронгілідози+трихуриси+монієзії	17	4,7
7.	стронгілідози+дикроцелії+монієзії	8	2,2
8.	стронгілідози+еймерії+дикроцелії	21	5,9

Примітки: дані копроовоскопічних досліджень за 2022–2024 рр.

Слід зазначити, що найвищі показники ЕІ були при паразитуванні шлунково-кишкових стронгілід (14,8%), стронгілід і дикроцелій (11,7%), стронгілід і еймерій (9,2%) та стронгілід і трихурисів (8,1%).

Аналізуючи показники ураженості кіз на території Дніпропетровської та Кіровоградської областей збудниками шлунково-кишкових паразитозів, нами встановлено певні особливості їх перебігу у даного виду тварин (табл. 3).

Таблиця 3

Екстенсивність ураження кіз збудниками паразитозів у Дніпропетровській та Кіровоградській областях, n=92

№ п/п	Різновиди паразитозів	Уражено, гол.	ЕІ, %
1.	стронгілідози+трихуриси	11	11,9
2.	стронгілідози+еймерії	7	7,6
3.	стронгілідози	15	16,3
4.	стронгілідози+дикроцелії	9	9,8
5.	стронгілідози+трихуриси+еймерії	6	6,5
6.	стронгілідози+трихуриси+монієзії	4	4,3
7.	стронгілідози+дикроцелії+монієзії	2	2,2
8.	стронгілідози+еймерії+дикроцелії	5	5,4

Примітки: дані копроовоскопічних досліджень за 2022–2024 рр.

Згідно з даними таблиці 3 щодо паразитування у кіз гельмінтів і найпростіших з'ясовано, що найбільшу частку серед уражених становлять тварини за наявності паразитування стронгілідозів шлунково-кишкового тракту (16,3 %) і стронгілід і трихурисів (11,9 %) та стронгілід і дикроцелій (9,8 %). Загалом із 92-х досліджених тварин у 59-ти було виявлено паразитів, що склало 64,1 %.

Відповідно до даних науковців, що проводили паразитологічні дослідження у господарствах на території центрального регіону України встановлено, що у корів віком від 3-х до 8-ми років зареєстровано найвищі показники екстенсивності інвазії (24,1 %) за шлунково-кишкових стронгілід із родів: *Haemonchus*, *Bunostomum* і *Oesophagostomum* [8]. Ці дані збігаються з нашими дослідженнями, оскільки у великої рогатої худоби, овець і кіз представники стронгілід шлунково-кишкового тракту також є найбільш чисельною групою паразитів. Інші дослідження свідчать, що велика рогата худоба уражена збудниками трихуридозу, фасціольозу та еймеріозу, а середня екстенсивність інвазії паразитозами водночас становить 75,0 % [20]. Ми виявили, що 59,5 % жуйних тварин були уражені паразитами. На території Дніпропетровської області 55,2 % жуйних виявились ураженими збудниками паразитозів шлунково-кишкового каналу, тоді як на території Кіровоградської області цей показник становив, відповідно 62,5 %.

Паразитози шлунково-кишкового каналу кіз є поширеними захворюваннями цих тварин у господарствах Полтавської області, (EI=62,96%). Також встановлено, що переважно вони мають асоціативний перебіг [14]. Інші дослідження вказують на те, що у овець домінували стронгілідози травного тракту, а EI становила 96,68 %, інтенсивність інвазії – 210,93 яєць/г [21].

Результати мета-аналізу показали, що загальна поширеність фасціольозу великої рогатої худоби становила 6,41 %, тоді як у дрібних жуйних лише 2,03 %. У великої рогатої худоби захворювання реєстрували в 1,48 раза частіше, ніж у овець і кіз [5]. У наших дослідженнях серед великої рогатої худоби фасціольоз реєстрували у 3,4 % тварин, тоді як у овець і кіз взагалі збудника *Fasciola* spp. не виявлено. *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) у Полтавській та Кіровоградській областях України є досить поширеним серед жуйних. Зокрема, 26,9 % у великої рогатої худоби, 28,42 % у овець і 24,5 % у кіз [6]. Отримані дані узгоджуються з іншими науковцями, які проводили дослідження щодо поширення паразитів у жуйних тварин.

Висновки

Інвазійні хвороби жуйних тварин, спричинені шлунково-кишковими паразитами, мають значне поширення на території Дніпропетровської (55,2 %) й Кіровоградської (62,5 %) областей, середня екстенсивність інвазії сягає 59,5 %.

Серед великої рогатої худоби ураженість паразитами не перевищує 57,9 %. Найвищі показники EI були за наявності паразитування стронгілід

шлунково-кишкового тракту (15,8 %). З-поміж трематод найчисельнішими є дикроцелії (7,7 %). Встановлено, що при паразитуванні стронгілід і дикроцелій та стронгілід і парамфістом найвищі показники екстенсивності інвазії. Мікстінвазії зареєстровані у 59,8 % овець Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Найвищі показники були при паразитуванні шлунково-кишкових стронгілід (14,8 %), стронгілід і дикроцелій (11,7 %), стронгілід і еймерій (9,2 %) та стронгілід і трихурисів (8,1 %).

Найбільшу частку серед уражених кіз мають тварини за паразитування стронгілідозів шлунково-кишкового тракту (16,3 %) й стронгілід і трихурисів (11,9 %) та стронгілід і дикроцелій (9,8 %). У середньому кози у двох областях уражені на 64,1%.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях плануємо вивчити видовий склад збудників паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз за результатами гельмінтологічного розтину.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Al-Albudī, M., & Omar, M. (2017). Prevalence of gastrointestinal nematodes of farm animals by copro-culture. *Russian Journal of Parasitology*, 3 (2), 168–174. <https://doi.org/10.12737/20059>
2. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintolohiia: navchalnyi posibnyk*. Sumy: Kozatskyi val [in Ukrainian]
3. Karshima, S. N., Maikai, B. V., & Kwaga, J. (2018). Helminths of veterinary and zoonotic importance in Nigerian ruminants: a 46-year meta-analysis (1970–2016) of their prevalence and distribution. *Infectious Diseases of Poverty*, 7 (1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40249-018-0438-z>
4. Krishnamoorthy, P., Lakshmi, H. K., Jacob, S. S., Suresh, K. P., & Shome, B. R. (2023). Scientometric analysis of gastrointestinal parasites prevalence in sheep and goats of India. *Acta Parasitologica*, 68 (3), 496–519. <https://doi.org/10.1007/s11686-023-00687-w>
5. Kruchynenko, O. V., Mykhailiutenko, S. M., & Petrenko, M. O. (2022). Prevalence of Fascioliasis in ruminants of the world – meta-analysis. *Zoodiversity*, 56 (5), 419–428. <https://doi.org/10.15407/zoo2022.05.419>
6. Kruchynenko, O. V., Mykhailiutenko, S. M., Klymenko, O. S., Kanivets, N. S., & Korchan, L. M. (2020). Morphological characteristics of *Dicrocoelium dendriticum* (Digenea, Dicrocoeliidae), parasitizing three host species in the central regions of Ukraine. *Zoodiversity*, 54 (5), 403–410. <https://doi.org/10.15407/zoo2020.05.403>
7. Kruchynenko, O. V., Mykhailiutenko, S. M., Petrenko, M. A., Kuzmenko, L. M. (2021). Prevalence of gastrointestinal helminths in ruminants in Ukraine: A 5-year meta-analysis. *Biosystems Diversity*, 29 (3), 251–257. <https://doi.org/10.15421/012131>
8. Kruchynenko, O. V., Prus, M. P., & Mykhailiutenko, S. M. (2020). *Parasitocenoses of cattle in the central region of Ukraine*. Kyiv: Komprint.
9. Mohammed, N., Taye, M., Asha, A., & Sheferaw, D. (2014). Epizootological study of small ruminant gastrointestinal strongyles in Gamo-Gofa Zone, Southern Ethiopia. *Journal of Parasitic Diseases*, 40 (2), 469–474. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0528-1>

10. Mohammedsalih, K. M., Khalafalla, A., Bashar, A., Abakar, A., Hessain, A., Juma, F.-R., Coles, G., Krücken, J., & von Samson-Himmelstjerna, G. (2019). Epidemiology of strongyle nematode infections and first report of benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* in goats in South Darfur State, Sudan. *BMC Veterinary Research*, 15 (1), 184. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1937-2>
11. Mpfu, T. J., Nephawe, K. A., & Mtileni, B. (2020). Prevalence of gastrointestinal parasites in communal goats from different agro-ecological zones of South Africa. *Veterinary World*, 13 (1), 26–32. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.26-32>
12. Pavlović, I., Ivanović, S., Čirković, D., Petrović, M. P., Caro Petrović, V., Maksimović, N., & Ivanovic, D. (2017). Gastrointestinal helminths of sheep reared in Southwest Serbia. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 20(1), 402–406.
13. Pinilla León, J. C., Delgado, N. U., & Florez, A. A. (2019). Prevalence of gastrointestinal parasites in cattle and sheep in three municipalities in the Colombian Northeastern Mountain. *Veterinary world*, 12(1), 48–54. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.48-54>
14. Prima, O. B., & Dmytrenko, N. I. (2021). Spreading parasitoses of goats' gastro-intestinal tract on farms of Poltava region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 230–235. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.28>
15. Ruano, Z. M., Cortinhas, A., Carolino, N., Gomes, J., Costa, M., & Mateus, T. L. (2019). Gastrointestinal parasites as a possible threat to an endangered autochthonous Portuguese sheep breed. *Journal of Helminthology*, 94. <https://doi.org/10.1017/s0022149x19000968>
16. Singh, E., Kaur, P., Singla, L. D., & Bal, M. S. (2017). Prevalence of gastrointestinal parasitism in small ruminants in western zone of Punjab, India. *Veterinary World*, 10 (1), 61–66. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.61-66>
17. Squire, S. A., Yang, R., Robertson, I., Ayi, I., Squire, D. S., & Ryan, U. (2018). Gastrointestinal helminths in farmers and their ruminant livestock from the Coastal Savannah zone of Ghana. *Parasitology Research*, 117 (10), 3183–3194. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6017-1>
18. Tiele, D., Sebro, E., H/Meskel, D., & Mathewos, M. (2023). Epidemiology of gastrointestinal parasites of cattle in and Around Hosanna Town, Southern Ethiopia. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 14, 1–9. <https://doi.org/10.2147/vmrr.s389787>
19. Trach, V. N. (1992). *Rekomendacii po primeneniju novogo metoda ucheta jaic gelmintov i cistprosteshnih v fekalijah zivotnyh*. Kiev: Gosagroprom USSR [in Russian]
20. Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., Korchan, L., Shcherbakova, N., & Dolhin, O. (2020). Epizootological peculiarities of the course of cattle and sheep parasitoses in the summer pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 205–212. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.23>
21. Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., & Korchan, L. (2020). Peculiarities of sheep parasitoses spreading in the autumn-pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 163–169. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.20>

ORCID

I. Bondarevskiy  <https://orcid.org/0000-0001-6903-4186>



© 2024 Bondarevskiy I. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Mathematical and statistical analysis of interdependences of parasites of the intestinal canal of pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789)

P. Liulin¹ | M. Bogach² | O. Getmanets³ | A. Antipov⁴

Article info

Correspondence Author
P. Liulin

E-mail:
liulinpetr@gmail.com

¹State Biotechnological University,
44, Alchevsky Str.,
Kharkiv, 61002, Ukraine

²Odessa Research Center,
National Scientific Center
“Institute of Experimental and
Clinical Veterinary Medicine”
NAAS of Ukraine,
Svobody Ave, 2,
65037, Odessa, Ukraine

³Kharkiv National
V. N. Karazin University,
Svobody square, 4,
61022, Kharkiv, Ukraine

⁴Bila Tserkva National Agrarian
University,
8/1, Soborna pl., Bila Tserkva,
09117, Ukraine

Citation: Liulin, P., Bogach, M., Getmanets, O., & Antipov, A. (2024). Mathematical and statistical analysis of interdependences of parasites of the intestinal canal of pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789). *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 144–148. doi: 10.31210/spi2024.27.01.24

The paper presents the results of a mathematical and statistical analysis of the interdependencies of pathogens for parasitocenosis of the intestinal canal of pigeons. The purpose of the research was to find out the peculiarities of the distribution, biodiversity and interdependence of the causative agents of parasitocenoses of the intestinal canal in pigeons of private farms in the Kharkiv region. Epizootological, parasitological, coproscopic – (helminthoscopic, helmintoovoscopic), mathematical and statistical methods of correlation and two-factor analysis were used. The structural biodiversity of parasitocenoses of the intestinal canal of pigeons was determined. 9 types of pathogens were identified, of which 4 types of protozoa – types Apicomplexa, Zoomastophora and 5 types of helminths – 4 species of nematodes of the classes Adenophorea, Secernentea, 1 species of the class Cestoda, manifestations of monoinvasions among 13.82 %, – *Eimeria* spp. (EI – 6.91 %) and mixed two-, three- and four-component infestations (parasitocenoses) among 45.62 %, or 76.25 % of the number of infested pigeons. The identified main (dominant) components are *Eimeria* spp. (VIP) – 43.45 % and *Capillaria* spp. (VIP) – 33.07 %; secondary – *Ascaridia columbae* (VIP) – 15.93 % and *Trichomonas gallinae* (VIP) – 4.77 %, and additional species – *Raillietina tetragona* (VIP – 1.97 %) and *Trichosngylus tenuis* (VIP – 0.77 %) of parasitocenosis intestinal canal of pigeons. Established correlational interdependencies between pathogens – very high and high correlation between *Eimeria* spp. and nematodes and cestodes; between nematodes: *Ascaridia columbe* and *Capillaria* spp. and *Trichosngylus tenuis*; very weak correlation between *Eimeria* spp. and *Trichomonas gallinae*, as well as between *Ascaridia columbae*, *Capillaria* spp. and *Trichomonas gallinae*, which indicates, respectively, the presence of synergistic and competitive relationships between the components of parasitocenoses.

Keywords: structural biodiversity, parasitocenosis, correlation, intestinal invasions, pigeons.

Математико-статистичний аналіз взаємозалежностей збудників за паразитоценозів кишкового каналу голубів (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789)

П. В. Люлін¹ | М. В. Богач² | О. М. Гетманец³ | А. А. Антіпов⁴

¹Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

²Одеська дослідна станція
Національного наукового
центру «Інститут
експериментальної
і клінічної ветеринарної
медицини»,
м. Одеса, Україна

³Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна,
м. Харків, Україна

⁴Білоцерківський національний аграрний університет,
м. Біла Церква, Україна

У роботі представлені результати математико-статистичного аналізу взаємозалежностей збудників за наявності паразитоценозів кишкового каналу голубів. Метою досліджень було з'ясувати особливості поширення, біорізноманітність та взаємозалежність збудників паразитоценозів кишкового каналу голубів у приватних господарствах Харківської області. Використано епізоотологічні, паразитологічні, копроскопічні – (гельмінтоскопічні, гельмінтоовоскопічні), математико-статистичні, кореляційного та двофакторного аналізу методи досліджень. Визначена структурна біорізноманітність паразитоценозів кишкового каналу голубів. Виявлено 9 видів збудників, із них 4 види найпростіших типів Apicomplexa, Zoomastophora та 5 видів гельмінтів – 4 види нематод класів Adenophorea, Secernentea, 1 вид класу Cestoda, прояви моноінвазій серед 13,82 %, – *Eimeria* spp. (EI – 6,91 %) та змішаних дво- три- і чотириккомпонентних інвазій (паразитоценозів) серед 45,62 %, або 76,25 % від кількості інвазованих голубів. Визначені основні (домінуючі) компоненти – *Eimeria* spp. (ВІП) – 43,45% та *Capillaria* spp. (ВІП) – 33,07 %; другорядні – *Ascaridia columbae* (ВІП) – 15,93 % та *Trichomonas gallinae* (ВІП) – 4,77 %, і додаткові види – *Raillietina tetragona* (ВІП – 1,97 %) та *Trichosngylus tenuis* (ВІП – 0,77 %) паразитоценозів кишкового каналу голубів. Встановлені кореляційні взаємозалежності між збудниками – дуже висока та висока кореляція між *Eimeria* spp. та нематодами і цестодами; між нематодами: *Ascaridia columbe* та *Capillaria* spp. і *Trichosngylus tenuis*; дуже слабка кореляція між *Eimeria* spp. і *Trichomonas gallinae*, а також між *Ascaridia columbae*, *Capillaria* spp. та *Trichomonas gallinae*, що свідчить про наявність синергічних та конкурентних взаємовідносин між компонентами паразитоценозів.

Ключові слова: структурна біорізноманітність, паразитоценоз, кореляція, кишкові інвазії, голуби.

Бібліографічний опис для цитування: Люлін П. В., Богач М. В., Гетманец О. М., Антіпов А. А. Математико-статистичний аналіз взаємозалежностей збудників за паразитоценозів кишкового каналу голубів (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789). *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 144–148.

Вступ

Антропогенне навантаження на природні екосистеми, як правило, призводять до порушень гомеостазу, структурно-видової біорізноманітності паразитофаун, формування паразитоценозів та еколого-паразитарних систем. Вітчизняні і зарубіжні дослідники останнім часом повідомляють про зміни епізоотичної ситуації, значне поширення інвазій кишкового каналу у різних видів домашніх та диких голубів [1–8, 10], прояви змішаних протозойно-гельмінтозних інвазій [6–8, 13–16, 18, 22] та формування стійких паразитоценозів (грец. *parasitos* – паразит і *koinos* – загальний) – сукупності усіх паразитів, що населяють організм, його органи й частини тіла [25, 27] переважно із хронічним перебігом та слабо вираженими клінічними ознаками: погіршенням загального стану птахів, зниженням апетиту, проявами розладу травлення, схудненням, відставанням у рості та розвитку, виснаженням, загибеллю молодняка [1, 3, 5, 10, 11, 14, 31, 32], а в деяких регіонах становлять загрозу їх зникнення [21]. Паразити у голубів окремих видів збудників, особливо *Capilaria obsignata* та розвиток мікстінвазій за їх участі та *Ascaridia columbae* можуть спричиняти високий рівень смертності [28].

Проте питання взаємодії, взаємозв'язків та взаємозалежностей між збудниками – компонентами паразитоценозів кишкового каналу голубів, представниками різних таксономічних груп – найпростіших, гельмінтів та їхніх поєднань залишаються недостатньо дослідженими.

Мета дослідження

Мета роботи: провести аналіз взаємодії та взаємозалежностей між збудниками – компонентами паразитоценозів кишкового каналу голубів.

Завдання досліджень: дослідити поширення, структурно-видову біорізноманітність, визначити кореляційні взаємозалежності між збудниками за наявності паразитоценозів кишкового каналу голубів.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в індивідуальних господарствах з утримання голубів східного регіону України, науковій лабораторії кафедри фармакології та паразитології факультету ветеринарної медицини Державного біотехнологічного університету (м. Харків) упродовж 2021–2023 років.

У процесі роботи використано методи загально-прийнятих епізоотологічних, клініко-паразитологічних, копроскопічних, евісцерації та гельмінтологічного розтину за К. І. Скрябіним [30], гельмінтоскопії та математико-статистичних досліджень.

Матеріалом досліджень слугували фекалії, які відбирали методом випадкової вибірки безпосередньо після дефекації та індивідуально з клоаки. Проби фекалій досліджували за допомогою методів нативного мазка, висячої, роздавленої краплі та флотаційним методом Фюллеборна [19]. Визначали основні показники – екстенсивність інвазії (EI %),

індекс зараженості (IЗ), видовий індекс паразитоценозу (ВІП %) [26].

Індекс зараженості (IЗ) визначали за формулою:

$$IЗ = EI / n,$$

де: IЗ – індекс зараженості;

EI – екстенсивність інвазії;

n – кількість виявлених видів збудників.

Видовий індекс паразитоценозу (ВІП %) визначали за формулою:

$$ВІП \% = \frac{IЗ_{вид}}{\sum IЗ_{1-n}} \times 100\%$$

де, ВІП % – видовий індекс паразитоценозу;

$\sum IЗ_{1-n}$ – сума індексів зараженості компонентами паразитоценозу;

$IЗ_{вид}$ – індекс зараженості окремим видом збудника.

Видову належність збудників встановлювали за морфологічними показниками овоскопічних елементів та виявлених гельмінтів при світловій мікроскопії за умови збільшення ($\times 80$; $\times 100$) (мікроскоп Ахioscop – 40, Німеччина), даних визначників – спеціальних атласів диференціальної діагностики [11, 12, 29]. Статус збудників у паразитоценозах (основний, другорядний, додатковий) встановлювали відповідно до гіпотези Ханські методом Буша і Холмса за показниками індексу зараженості (IЗ) та видового індексу паразитоценозу (ВІП %).

Диференціацію онкосфер цестод (райетин, давній) проводили відповідно до методики (патент на корисну модель 78451) [9].

Дослідження взаємозв'язків між збудниками встановлювали за результатами проведення атематико-статистичного аналізу (кореляційний, двофакторний аналіз) у програмному забезпеченні MS Excel [20].

Результати та їх обговорення

Аналіз матеріалів копроскопічних досліджень (n=217) показав, що інвазії кишкового каналу голубів у господарствах Харківської області дуже поширені (EI – 59,44 %), про що повідомляють й інші дослідники [1, 2, 4–6, 13, 16, 17, 28]. Структурно-видова біорізноманітність паразитофауни кишкового каналу досліджених голубів була представлена найпростішими типами Apicomplexa, Zoomastigophora, гельмінтами класів Cestoda, Secernentea та Adenophorea, нараховувала 4 види найпростіших та 5 видів гельмінтів, із них 4 види нематод і 1 вид цестод:

1. *Eimeria labbeana* (Labbe, 1896; Pinto, 1928)
2. *Eimeria columbae* (Mitra and Das Gupta, 1937)
3. *Eimeria columbarum* (Nieschulz, 1935)
4. *Trichomonas galline* (Rivolta, 1878)
5. *Ascaridia columbae* (Gmelin, 1979)
6. *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846)
7. *Capilaria obsignata* (Madsen, 1945)
8. *Capillaria caudinflata* (Molin, 1858)
9. *Railleitina tetragona* (Molin, 1858)

Найбільш поширеними (таблиця 1) виявилися збудники протозойних інвазії (ЕІ – 55,75 %), зокрема *Eimeria* spp. (ЕІ – 50,23 %, середня інтенсивність інвазії 257,3±12,6 ооцист в 1 г посліду), *Trichomonas gallinae* (ЕІ – 5,52 %, інтенсивність інвазії 9,7±1,5 збудників в 1 г посліду) та гельмінти,

загальна інвазованість ЕІ – 59,90%, із яких найпоширенішими були *Capillaria* spp. (ЕІ – 38,24 %), *Ascaridia columbae* (ЕІ – 18,43 %) за інтенсивності інвазії, відповідно, 48,6±6,2; 26,16±4,9 1 г посліду. Менш поширеними були цестоди – *Raillietina tetragona* (ЕІ – 2,3 %).

Таблиця 1

Інвазованість голубів Харківська область (n=217; M±m)

№ п/п	Збудники	Досліджено (гол.)	Інвазовано (гол.)	ЕІ %	П в 1 г посліду	ІЗ	ВІП %
1	<i>Eimeria</i> spp.	217	109	50,23	257,3±12,6	8,37	43,45
2	<i>Trichomonas gallinae</i>	217	12	5,52	9,7±1,5	0,92	4,77
3	<i>Ascaridia columbae</i>	217	40	18,43	26,16±4,9	3,07	15,93
4	<i>Capillaria</i> spp.	217	83	38,24	48,6±6,2	6,37	33,07
5	<i>Trichosngylus tenuis</i>	217	2	0,92	13,05±1,2	0,15	0,77
6	<i>Raillietina tetragona</i>	217	5	2,3	2,4±0,6 члеників	0,38	1,97
Моноінвазії		% від кількості інвазованих					
7	<i>Eimeria</i> spp.	217	15	6,91	11,62	1,15	11,68
8	<i>Trichomonas gallinae</i>	217	8	3,68	6,2	0,61	6,19
9	<i>Ascaridia columbae</i>	217	1	0,46	0,77	0,07	0,71
10	<i>Capillaria</i> spp.	217	4	1,84	3,1	0,3	3,04
11	<i>Raillietina tetragona</i>	217	2	0,92	1,55	0,15	1,52
в т.ч. асоціативні			13,82				
12	Е + Т	217	4	1,84	3,1	0,3	3,04
13	Е + А	217	13	5,99	10,07	0,99	10,06
14	Е + С	217	52	23,96	40,31	3,99	40,54
15	Е + R	217	3	1,38	2,32	0,23	2,33
16	А + С	217	5	2,3	3,87	0,38	3,86
17	Е + А + С	217	20	9,21	15,5	1,53	15,54
18	Е + А + Т.Т	217	1	0,46	0,77	0,07	0,71
19	Е + А + С + Т.Т	217	1	0,46	0,77	0,07	0,71
Всього		217	129	59,44			9,84

Примітку: Е – *Eimeria* spp., Т – *Trichomonas gallinae*, А – *Ascaridia columbae*, С – *Capillaria* spp., Т.Т – *Trichosngylus tenuis*, R – *Raillietina tetragona*.

У 13,82 % досліджених голубів виявлені моноінвазії переважно збудниками *Eimeria* spp. (ЕІ – 6,91 %), що становило 23,75 % від інвазованого поголів'я. Частіше виявляли змішані дво- три- і чотириккомпонентні інвазії – 45,62 %, або 76,25 % серед інвазованих голубів. Зазначена тенденція підтверджується даними вітчизняних та зарубіжних дослідників [3, 5, 14, 18, 21] і свідчить про формування паразитоценозів [23, 24].

У структурі паразитоценозів кишкового каналу голубів переважали представники роду *Eimeria*, види: *Eimeria labbeana* ЕІ – 34,77 %, *Eimeria columbae* ЕІ – 12,41 %, *Eimeria columbarum* – 5,18 %, що в загальній кількості збудників становило, відповідно, 29,10 %; 10,39 % та 4,34 % та *Trichomonas gallinae* (ЕІ – 3,74 %). За показниками ІЗ та ВІП – поширення збудників у паразитоценозах кишкового каналу голубів основними (домінуючими) видами виявились *Eimeria* spp. (ВІП) – 43,45 % та *Capillaria* spp. (ВІП) – 33,07 %, менш поширеними (другорядними) – *Ascaridia columbae* (ВІП) – 15,93 % та *Trichomonas gallinae* (ВІП) – 4,77 %, і незначна частка (додаткові види) належала збудникам *Raillietina tetragona* (ВІП – 1,97 %) та *Trichosngylus tenuis* 0,77 %.

Проведення математико-статистичного аналізу отриманих даних таблиці 1, а саме кореляційного аналізу свідчить про те, що кореляція між загальною інвазованістю, моноінвазіями та змішаними

(асоціативними) інвазіями (таблиця 2) відповідно висока (0,677) та дуже висока (0,995); кореляція між моно- та асоціативними (змішаними) інвазіями середня (0,599).

Таблиця 2

Кореляційна матриця між проявами інвазій

Прояви інвазій	Загальна інвазованість	Моноінвазії	Асоціативні
Загальна інвазованість	1		
Моноінвазії	0,677	1	
Асоціативні	0,995	0,599	1

Кореляційні залежності між збудниками інвазій у паразитоценозах представлені в таблиці 3.

Кореляція між *Eimeria* spp. і *Trichomonas gallinae*, між *Ascaridia columbae* та *Trichomonas gallinae*, між *Trichomonas gallinae* та *Capillaria* spp. дуже слабка (0,148; 0,022; 0,045), відповідно; між *Trichomonas gallinae* та *Trichosngylus tenuis* – відсутня (0), проте дуже висока кореляція між *Eimeria* spp. та нематодами: *Ascaridia columbe* (0,992), *Capillaria* spp. (0,995) і *Trichosngylus tenuis* (0,989) та висока з цестодами *Raillietina tetragona* (0,845). Середня кореляція виявлена між збудниками *Trichomonas gallinae* та *Raillietina tetragona* (0,655).

Таблиця 3

Кореляційна матриця між збудниками інвазій

Збудники	<i>Eimeria</i> spp.	<i>Trichomonas gallinae</i>	<i>Ascaridia columbae</i>	<i>Capillaria</i> spp.	<i>Trichosngylus tenuis</i>	<i>Raillietina tetragona</i>
<i>Eimeria</i> spp.	1					
<i>Trichomonas gallinae</i>	0,148	1				
<i>Ascaridia columbae</i>	0,992	0,022	1			
<i>Capillaria</i> spp.	0,995	0,045	0,999	1		
<i>Trichosngylus tenuis</i>	0,989	0,000	0,999	0,999	1	
<i>Raillietina tetragona</i>	0,845	0,655	0,770	0,785	0,756	1

Дуже висока кореляція між *Ascaridia columbae* та *Capillaria* spp. (0,999) і *Trichosngylus tenuis* (0,999) та висока з *Raillietina tetragona* (0,770). Також дуже висока кореляція виявлена між *Trichosngylus tenuis* та *Capillaria* spp. (0,999) і висока з *Raillietina tetragona* (0,770) та між збудниками *Trichosngylus tenuis* і *Raillietina tetragona* (0,756). Виявлені висока та дуже висока кореляції між збудниками *Eimeria* spp. та нематодами *Ascaridia columbe*, *Capillaria* spp. і *Trichosngylus tenuis*, а також з цестодами *Raillietina tetragona* вказують на синергічну взаємодію збудників, що підтверджують дані [16, 23, 24], призводить до важкого перебігу інвазій та значної

смертності голубів [2, 4, 6, 13, 17, 21]. Проте виявлення слабкої та дуже слабкої кореляції (0,148; 0,045) свідчить про наявність конкурентних взаємовідносин між окремими збудниками і підтверджується даними деяких авторів [1, 16].

На формування паразитоценозів кишкового каналу голубів (дані двофакторного дисперсійного аналізу, таблиця 4) значно впливає біорізноманітність збудників на 57,03 %, які обумовлюють захворюваність ($p < 0,014$); та їх прояви (20,40 %) обумовлені асоціативним, паразитоценозичним перебігом інвазій ($p < 0,04$); за впливу (22,57 %) різноманітних випадкових факторів.

Таблиця 4

Результати застосування двофакторного дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Дисперсійний аналіз					
	SS	df	MS	F фактичне	p-значення	F критичне
Окремі інвазії	2843,805	5	568,761	5,053804	0,014361	3,325835
Прояви інвазій	1017,088	2	508,544	4,518738	0,03999	4,102821
Випадкові фактори	1125,412	10	112,5412			
Разом:	4986,305	17				
Вплив на захворюваність, %						
Окремі інвазії	57,03					
Прояви інвазій	20,40					
Випадкові фактори	22,57					
Разом:	100,00					

Висновки

1. Структурна біорізноманітність паразитоценозів голубів Харківської області представлена найпростішими типами Aricomplexa, Zoomastigophora, гельмінтами класів Cestoda, Secernentea та Adenophorea.

2. Встановлена дуже висока та висока кореляція між *Eimeria* spp. та нематодами і цестодами; між нематодами: *Ascaridia columbe* та *Capillaria* spp. і *Trichosngylus tenuis*; дуже слабка кореляція між *Eimeria* spp. і *Trichomonas gallinae*, а також між *Ascaridia columbae*, *Capillaria* spp. та *Trichomonas gallinae*, що свідчить, відповідно, про наявність синергічних та конкурентних взаємовідносин між компонентами паразитоценозів.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні структурної біорізноманітності, виявленні синергічних і конкурентних взаємовідносин та взаємозалежностей між компонентами паразитоценозів еколого-паразитарних систем.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Ataev, A. M., Zubairova, M. M., Karsakov, N. T., Gazimagomedov, M. G., & Kochkarev, A. B. (2016). Environmental impacts on the biodiversity and population structure of the helminthes of domestic ruminants in the Southeast of the North Caucasus. *South of Russia: Ecology, Development*, 11 (2), 84–94. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2016-2-84-94>
2. Adang, K. L., Oniye, S. L., Ajanusi, O. J., Ezealor, A. U., & Abdu, P. A. (2010). Gastrointestinal helminths of the domestic pigeons (*Columba livia domestica* Gmelin, 1789 Aves: Columbidae) in Zaria, northern Nigeria. *Science World Journal*, 3 (1). <https://doi.org/10.4314/swj.v3i1.51769>
3. Al Quraishy, S., Abdel-Gaber, R., Dkhal, M. A., & Alzuabi, K. (2020). Morphological and molecular characteristics of the gastro-intestinal nematode parasite *Ascaridia columbae* infecting the domestic pigeon *Columba livia domestica* in Saudi Arabia. *Acta Parasitologica*, 65 (1), 208–224. <https://doi.org/10.2478/s11686-019-00151-8>

4. Al-Barwari, S., & Saeed, I. (2012). The parasitic communities of the rock pigeon *Columba livia* from Iraq: component and importance. *Turkiye Parazitoloji Dergisi*, 36 (4), 232–239. <https://doi.org/10.5152/tpd.2012.56>
5. Ali, M., Ibrahim, R., Alahmadi, S., & Elshazly, H. (2020). Ectoparasites and Intestinal Helminths of Pigeons in Medina, Saudi Arabia. *Journal of Parasitology*, 106 (6), 721–729. <https://doi.org/10.1645/20-64>
6. Bogach, M., Paliy, A., Liulin, P., Perots'ka, L., Bohach, O., Pyvovarova, I., & Paliy, A. (2021). Parasites of domestic and wild pigeons in the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 29 (2), 135–139. <https://doi.org/10.15421/012118>
7. Bogach, M. V., Berezovsky, A. V., & Taranenko, I. L. (2007). *Invaziyini hvorobi sviyskojii ptytsi: navchalnyi posibnik*. Kyiv: Vetrinform [in Ukrainian]
8. Bogach, M. V., Sklyaruk, V. G., Manko, O. G., & Danilevko, Yu. M. (2013). *Ekolohiia parazytarnykh khvorob domashnoi ptytsi: navchalnyi posibnik*. Odesa: Osvita Ukrainy [in Ukrainian]
9. Bohach, M. V., Stehnyy, B. T., Stepanova, N. O., & Shaydyuk, I. V. (2013). Patent № 78451 UA. *Method for in-life differentiation of daviniosis and raillietinosis oncospheres in poultry*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1211791/>
10. Carrera-Játiva, P. D., Morgan, E. R., Barrows, M., & Wronski, T. (2018). Gastrointestinal parasites in captive and free-ranging birds and potential cross-transmission in a zoo environment. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 49 (1), 116–128. <https://doi.org/10.1638/2016-0279r1.1>
11. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A., & Hrenov, V. M. (2001). *Differentsial'naya diagnostika gel'mintozov po morfologicheskoy strukture yaic i lichinok vozbuditelej*. Moskva: Kolos [in Russian]
12. Dakhno, I. S., Berezovsky, A. V., Halat, V. F., Aranchii, S. V., Yevstafieva, V. O., Dakhno, H. P., & Prykhodko, Yu. O. (2001). *Atlas helmintiv tvaryn*. Kyiv: Vetrinform [in Ukrainian]
13. Dipineto, L., Borrelli, L., Pepe, P., Fioretti, A., Caputo, V., Cringoli, G., & Rinaldi, L. (2013). Synanthropic birds and parasites. *Avian Diseases*, 57 (4), 756–758. <https://doi.org/10.1637/10602-062713-reg.1>
14. El-Dakhly, K. M., El-Seify, M. A., Mohammed, E. S., Elshahawy, I. S., Fawy, S. A.-M., & Omar, M. A. (2018). Prevalence and distribution pattern of intestinal helminths in chicken and pigeons in Aswan, Upper Egypt. *Tropical Animal Health and Production*, 51 (3), 713–718. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1725-1>
15. Yereshko, V. I., & Kovalenko, V. O. (2017). Capillariasis as a part of mixtinvasions of the digestive tract of geese. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 143–145. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.29>
16. Ilić, T., Becskei, Z., Gajić, B., Özvegy, J., Stepanović, P., Nenadović, K., & Dimitrijević, S. (2018). Prevalence of endoparasitic infections of birds in zoo gardens in Serbia. *Acta Parasitologica*, 63 (1), 134–146. <https://doi.org/10.1515/ap-2018-0015>
17. Foronda, P., Valladares, B., Rivera-Medina, J. A., Figueruelo, E., Abreu, N., & Casanova, J. C. (2004). Parasites of *Columba livia* (Aves: Columbiformes) in Tenerife (Canary Islands) and their role in the conservation biology of the Laurel pigeons. *Parasite*, 11 (3), 311–316. <https://doi.org/10.1051/parasite/2004113311>
18. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327 (5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
19. Kotelnikov, G. A. (1991). *Gelmintologicheskie issledovaniya okruzhayushchej sredy*. Moskva: Rosagropromizdat [in Russian]
20. Lebedko, Ye Ya., Khokhlov, A. M., Baranovskiy, D. I., & Getmanets, O. M. (2022). *Biometrics in MS Excel: A tutorial. Textbook for universities*. Sankt-Peterburg-Moskva-Krasnodar: EBS Lan.
21. Lennon, R. J., Dunn, J. C., Stockdale, J. E., Goodman, S. J., Morris, A. J., & Hamer, K. C. (2013). *Trichomonad parasite infection in four species of Columbidae in the UK*. *Parasitology*, 140 (11), 1368–1376. <https://doi.org/10.1017/s0031182013000887>
22. Liulin, P. V. (2003). *Deiaki pytannia epizootolohii eimeriozno-nematodoznychk invazii shlunkovo-kyshkovoho traktu kurei ta indykiv*. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 81, 202–204. [in Ukrainian]
23. Liulin, P. V., & Bogach, M. V. (2021). Structural biodiversity of turkey intestines' parasitocenoses in the Eastern region of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 220–228. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.28>
24. Liulin, P. V., & Bogach, M. V. (2021). Interdependence and biodiversity of pathogens in intestinal channel parasitocenoses of chickens in the eastern region of Ukraine. *Veterinary Medicine: Inter-Departmental Subject Scientific Collection*, 107, 83–89. <https://doi.org/10.36016/vm-2021-107-15>
25. Markevich, A. P. (1985). *Parasitocenology: theoretical and applied problems*. Kyiv: Science Dumka.
26. Nakonechniy, I. V. (2010). *Strukturno-funkcionalna organisathia parazytocenotichnykh ugrupuvan ecosystem Pivdenного Pruchomoria. Doctor's thesis*. Ukrainskyi institut agroecologyi, Kyiv [in Ukrainian]
27. Korniyshyn, V. V. (2024). *Parazytosenolohiia. Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy*. NAN Ukrainy, NTSh. Kyiv: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy. Retrieved from: <https://esu.com.ua/article-881814>
28. Park, S.-I., & Shin, S.-S. (2010). Concurrent Capillaria and Heterakis infections in zoo rock partridges, *Alectoris graeca*. *The Korean Journal of Parasitology*, 48 (3), 253. <https://doi.org/10.3347/kjp.2010.48.3.253>
29. Pellérdy, L. P. (1974). *Coccidia and coccidiosis*. Berlin: Verlag Paul Parey and Akademiai Kiady.
30. Skryabin, K. I. (1928). *Metod polnogo gel'mintologicheskogo vskrytiya pozvonochnykh zhivotnykh, v tom chisle cheloveka*. Moskva: MGU [in Russian]
31. Quiroz-Castañeda, R. E., & Dantán-González, E. (2015). Control of avian coccidiosis: future and present natural alternatives. *BioMed Research International*, 2015, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2015/430610>
32. Sharma, N., Hunt, P. W., Hine, B. C., & Ruhnke, I. (2019). The impacts of *Ascaridia galli* on performance, health, and immune responses of laying hens: new insights into an old problem. *Poultry Science*, 98 (12), 6517–6526. <https://doi.org/10.3382/ps/pez422>

ORCID

- P. Liulin  <https://orcid.org/0000-0001-6718-958X>
M. Bogach  <https://orcid.org/0000-0002-2763-3663>
O. Getmanets  <https://orcid.org/0000-0002-0543-0961>
A. Antipov  <https://orcid.org/0000-0003-3955-3377>



2024 Liulin P. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The problem of forensic veterinary examination of small animal corpses in cases of mechanical asphyxia

B. Borysevich¹ | O. Kruchynenko²✉ | O. Peredera²

Article info

Correspondence Author

O. Kruchynenko

E-mail:

oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua

¹National University of Life and Environmental Sciences, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine

²Poltava State Agrarian University, 1/3 Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Borysevich, B., Kruchynenko, O., & Peredera, O. (2024). The problem of forensic veterinary examination of small animal corpses in cases of mechanical asphyxia. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 149–154. doi: 10.31210/spi2024.27.01.25

The article provides an overview of theoretical information and methodological approaches to the problem of forensic veterinary examination of animal corpses that died as a result of mechanical asphyxiation. In veterinary practice, there are cases of death of animals due to ingestion of various media, objects, and neck compression from the outside. This phenomenon is called mechanical asphyxia. Most often, such cases occur in dogs and cats and are associated with animal cruelty, including cases of domestic violence, when the aggression of a person with inappropriate behavior extends to animals kept in human homes. Such actions fall under an offense for which the perpetrators of such a crime are criminally liable under Ukrainian law. This article provides a list of known types of mechanical asphyxia and situations that lead to this condition in animals. An overview of the etiologic factors and pathogenic mechanisms characteristic of mechanical asphyxia is given. The pathological, anatomical and histological changes in mechanical asphyxia are shown, and the range of questions that law enforcement officials ask a specialist who conducts forensic veterinary examination in such cases is presented. The general signs characteristic of mechanical asphyxia are shown, including a special appearance of cadaveric spots, cyanosis, pinpoint hemorrhages on certain serous and mucous membranes, asphyxiated blood, and some others. The article describes changes in strangulation asphyxia, situations in which it can occur, and its characteristic morphological features, with cases from the practice of the institutions where the authors of the study work. The features of the strangulation furrow found in animal cadavers are presented. The circumstances under which compression asphyxia occurs in animals, the mechanisms of its development and the characteristic pathological and anatomical changes in animals that died from it are shown. The features of asphyxia in a limited confined space and situations in which this phenomenon occurs are characterized. The features of asphyxia in a limited confined space and situations in which this phenomenon occurs are characterized.

Keywords: forensic veterinary examination, dogs, cats, strangulation, aspiration.

Проблема судово-ветеринарного дослідження трупів дрібних тварин у випадках механічної асфіксії

Б. В. Борисевич¹ | О. В. Кручиненко² | О. О. Передера²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У розвідці запропоновано теоретичні відомості, методологічні підходи щодо проблеми судово-ветеринарної експертизи трупів тварин, які загинули внаслідок механічної асфіксії. У ветеринарній практиці трапляються випадки загибелі тварин унаслідок потрапляння в дихальні шляхи різних середовищ, предметів, стискання ший ззовні. Це явище називають механічною асфіксією. Найчастіше такі випадки трапляються в собак та котів і пов'язані із жорстоким поводженням із тваринами, зокрема у випадках домашнього насильства, коли агресія людини з неадекватною поведінкою поширюється на тварин, що утримуються в людських помешканнях. Такі дії є правопорушеннями, за яке особи, винні у скоєнні злочину, несуть кримінальну відповідальність згідно із законодавством України. У цій статті описано відомі види механічної асфіксії та ситуації, що призводять до виникнення такого стану у тварин. Розкрито сутність етіологічних чинників та патогенетичних механізмів, що характерні для механічної асфіксії. Показано патолого-анатомічні та гістологічні зміни у разі механічної асфіксії, окреслено коло питань, що представляють правоохоронних органів порушують перед фахівцем, який здійснює судово-ветеринарне дослідження у таких випадках. Висвітлено загальні ознаки, що є характерними для механічної асфіксії, до яких належить особливий вигляд трупних плям, ціаноз, крапкові крововиливи на певних серозних та слизових оболонках, асфіктична кров та деякі інші. Описано зміни за наявності странгуляційної асфіксії, ситуації, у яких вона може виникати, характерні морфологічні особливості, із наведенням випадків з практики установ, де працюють автори дослідження. Наведено особливості странгуляційної борозни, що виявляють у трупах тварин. Показано обставини, за яких у тварин виникає компресійна асфіксія, механізми її розвитку та характерні патолого-анатомічні зміни у тварин, що від неї загинули. Охарактеризовано особливості асфіксії в обмеженому замкненому просторі, ситуації, у яких трапляється таке явище. Описано зміни за наявності обтураційної асфіксії, їх особливості залежно від того, наявності яких саме предметів або середовищ обтурація спричинена: тверді тіла, сипке, напіврідке або рідке середовище. Показано, на що саме повинен звернути увагу судово-ветеринарний експерт при виконанні дослідження трупів тварин, які загинули внаслідок механічної асфіксії.

Ключові слова: судово-ветеринарна експертиза, собаки, коти, задущення, аспірація.

Бібліографічний опис для цитування: Борисевич Б. В., Кручиненко О. В., Передера О. О. Проблема судово-ветеринарного дослідження трупів дрібних тварин у випадках механічної асфіксії. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 149–154.

Механічна асфіксія – це вид асфіксії, що виникає у випадках перекриття просвіту дихальних шляхів у тварини різними предметами чи середовищем, або у випадках критичного звуження дихальних шляхів унаслідок стискання їх ззовні [1]. Випадки асфіксії досить часто трапляються у практиці судово-ветеринарного експерта. При загибелі тварин, що супроводжується ознаками механічної асфіксії, часто виникають питання юридичного характеру, що пов'язані із встановленням осіб, внаслідок дій яких тварини загинули, і визначенням їх міри відповідальності згідно із Кримінальним кодексом України [2] та визначеннями Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» [3]. Також схожі питання виникають під час встановлення причин смерті тварин за у разі раптової загибелі [4]. Найчастіше жертвами у таких випадках стають саме собаки та коти, оскільки вони є тваринами, що живуть в людських помешканнях, поруч із людьми, поведінка яких не завжди є адекватною [5].

Вагома частка випадків асфіксії собак та котів пов'язана із навмисним позбавленням їх життя людиною. Згідно із загальноприйнятою класифікацією видів смерті це – насильницька смерть, яка може бути свідомим або випадковим вбивством чи нещасним випадком (не виключено, що внаслідок необережних дій або проявів злочинної недбалості) [6]. За даними Rebollada-Merino, 9 % відсотків убивства собак в Іспанії є випадками асфіксії [7]. Про схожі явища повідомляють і португальські вчені [8]. Спроби вбивати собак та котів шляхом спричинення асфіксії можуть призводити до каліцтва у разі, якщо тварина вижила [9]. Такі випадки можуть бути навіть наслідком спроб сексуального насильства над тваринами [10]. Тому головне запитання, яке в таких випадках ставиться перед судово-ветеринарним експертом, є наявність або відсутність факту насильницької смерті, тобто чи присутні ознаки жорстокого поводження з тваринами [11].

Помилково інколи асфіксію визначають як початкову причину смерті. Це неправильно, оскільки асфіксія не є хворобою, нозологічною одиницею. Асфіксія є патологічним станом, що виникає внаслідок дії певних етіологічних чинників [1].

У цій статті описано можливі різновиди механічної асфіксії та ситуації, що призводять до її виникнення у тварин. Наведено опис характерних для механічної асфіксії патогенетичних та етіологічних чинників, макроскопічних та мікроскопічних змін, охарактеризоване коло питань, які представники правоохоронних органів можуть порушувати перед судово-ветеринарним експертом у таких випадках.

Асфіксією (в перекладі з давньогрецької мови – задуха) у тварин називають критичний розлад їх стану здоров'я, наслідком якого є зупинка дихання внаслідок нестачі Оксигену й надлишку діоксиду Карбону у тканинах та крові [1]. Щодо механічної асфіксії, такий стан в організмі розвивається внаслідок респіраторної гіпоксії, яка виникає у разі механічного перешкоджання надходженню необхідної кількості кисню разом із повітрям [12].

Механічною асфіксією вважають такий стан, під час якого виникає перешкода надходження повітря у органи системи дихання внаслідок впливу механічних чинників, які призводять до стискання дихальних шляхів ззовні, закриття їх просвіту та/або носових чи ротового отворів [13, 14, 15]. Також механічною асфіксією вважають випадки зупинки дихання внаслідок браку повітря або внаслідок браку кисню у повітрі в обмеженому просторі [16,17,18,19].

Розрізняють кілька видів механічної асфіксії. Найчастіші з них – це асфіксія странгуляційна, компресійна, аспіраційна асфіксія, а також асфіксія в обмеженому замкненому просторі. Оскільки стан асфіксії фіксується лише за умов загибелі тварин, основним методом дослідження трупів є патолого-анатомічний розтин (у випадках призначення судово-ветеринарної експертизи – судово-ветеринарний розтин) [1]. Визначено низку морфологічних ознак, що характеризують механічну асфіксію незалежно від її різновиду (хоча існують і ознаки, специфічні для певних видів). Такими загальними ознаками є:

1. Характерний вигляд трупних плям, які відрізняються від плям, що виникають після смерті з інших причин. Трупні плями у разі асфіксії на стадії гіпостазу нечітко контуровані, мають у синьо-фіолетове забарвлення і виникають набагато швидше. Слід мати на увазі, що в собак і котів шкіра пігментована, вкрита густим шерстним покривом, тому трупні плями варто досліджувати після зняття відпрепарування шкіри з відповідних ділянок тіла [20].

2. Виражена синюшість (ціаноз). Це явище спостерігають як на шкірі, так і на видимих слизових оболонках, особливо кон'юнктиви, ротової порожнини [20].

3. Крапкові крововиливи на кон'юнктиві, рідше на склері. Іноді такі крововиливи мають більший, ніж 1–2 мм, діаметр, тоді їх визначають як плямисті.

4. Шкіра навколо анального отвору та зовнішніх статевих отворів, як правило, виявляється забрудненою сечею й фекаліями. Це явище виникає під час агонії внаслідок самовільної дефекації та сечовиділення.

5. Кров розріджена, має темно-червоний колір внаслідок перенасичення карбоксигемоглобіном, не зсідається. Вживають навіть термін «асфіктична кров» [20].

6. Спостерігають різке перепоповнення кров'ю правих шлуночка серця та передсердя. Таке явище виникає внаслідок різкої зупинки дихання. Гостру венозну гіперемію спостерігають також в органах паренхімної будови, особливо в нирках, селезінці, печінці [1].

7. Крововиливи під плеврою як костальної, так і пульмональної та під епікардом і в середостінні. В галузі судової медицини для позначення таких крововиливів вживають термін «плями Тардьє». Вони крапкові, мають чіткі контури, темно-червоний із синюшним відтінком колір. Виникають вони внаслідок збільшення проникності стінок капілярів, причиною якої є гіпоксія й різкі коливання тиску крові [21].

Странгуляційна асфіксія виникає за умов стискання шиї тварини ззовні. Ці ситуації виникають внаслідок задушення на прив'язі, повішання, задушення руками, защемлення шиї між певними предметами тощо [1,22].

Задушення тварин на прив'язі найчастіше трапляється при роботі з тваринами. Відомі такі випадки із наслідками у вигляді загибелі великої та дрібної рогатої худоби, коней, собак, рідше в інших видів тварин. Прив'язь найчастіше виготовляється із мотузки чи ланцюга. В собак та котів це – нашійники, повідки [1].

З практики кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин імені академіка В. Г. Касьяненка НУБіП України відомий випадок, коли собака, намагаючись перестрибнути паркан, зачепився за нього нашійником, повис на ньому й задушився. Виникненню цього виду асфіксії сприяє неправильна фіксація тварин на коротку прив'язь, надівання на шию прив'язі у вигляді петлі, що може самозатягуватися тощо. Необхідно аналізувати обставини, за яких трапляється задушення. Прив'язь тварини можуть затягувати самостійно, в намаганнях позбутися її; інколи прив'язану тварину тягне в інший бік людина чи механізм (задушення новонароджених телят у приміщеннях ферм, коли телята лягають у жолоб транспортера для видалення гною і транспортер вмикають). Прив'язана тварина може втрачати свідомість з інших причин і падати, задушуючись. Вчинки або бездіяльність особи, що відповідає за загиблих тварин, у таких випадках визначають як необережні дії або навіть злочинну недбалість [1].

Повішанням називають стискання шиї петлею, яка затягується під дією ваги тіла або його частини [23, 24]. Істотне значення мають характер та особливості петлі. Петлі можуть бути виготовлені з дроту, ланцюгів, електричних проводів, мотузок, ременів, рушників різних елементів одягу та білизни. За певних обставин петлею може слугувати нашійник. Петлі бувають ковзаючими та нерухомими, одиничними та множинними. Розташування вузла петлі відносно поверхонь шиї тварин також може бути різним: латеральним, вентральним, дорсальним. Петлі у випадках повішання зберігають неушкодженими, оскільки вони слугують речовими доказами.

Серед людей повішання є одним із найчастіших етіологічних чинників, які спричиняють странгуляційну асфіксію [23, 25]. У тварин це явище трапляється рідко, в рамках жорстокого поводження з тваринами [26, 27]. Також рідко трапляється навмисне задушення тварин зашморгом або руками [28, 29]. У практиці фахівців кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин імені академіка В. Г. Касьяненка НУБіП України був випадок, пов'язаний із механічною странгуляційною асфіксією, коли особа, що перебувала у стані алкогольного сп'яніння, навмисне задушила руками кішку, тримаючи тварину за шию на витягнутих руках і стискаючи шию пальцями обох рук. Скоєння людиною таких дій вважається проявом жорстокого

поводження із тваринами, по суті, це навмисне, свідоме вбивство людиною тварини.

Защемлення шиї між розташованими поруч предметами трапляється переважно із тваринами великих розмірів. Відомі випадки застрягання тварин шиєю між деревами, секціями огорожі, паркану або в отворах в них, елементами годівниць [1]. Такі ситуації юристи кваліфікують як нещасні випадки.

Специфічною патолого-анатомічною ознакою странгуляційної асфіксії є странгуляційна борозна [22]. Вона є компресійним заглибленням у ділянках шиї, що безпосередньо контактували зі стискаючим її предметом і повторювали його форму. Ділянка странгуляційної борозни знекровлена (місцева компресійна анемія), а тканини, що прилягають до неї, як правило, набряклі, гіперемійовані, оскільки кров при здушуванні ділянки шиї переходить у сусідні ділянки. Глибина странгуляційної борозни може бути нерівномірною. В собак і котів, у яких пігментована шкіра та густа шерсть, странгуляційну борозну виявляють після відпрепарування шкіри з ділянки шиї, її видно із внутрішньої поверхні та на підлеглих шарах тканин, із крапковими крововиливами [1]. У разі задушення тварин руками виявляють знекровлені поглиблення, що відповідають конфігурації пальців людини, яка скоїла злочин [26, 27].

Якщо шию було стиснено у вже мертвої тварини, крововиливи в ділянці странгуляційної борозни та гіперемія і набряк ділянок, що прилягають до борозни, відсутні [20]. Мікроскопічно у ділянці странгуляційної борозни виявляють ущільнення основи шкіри, тканини погано зафарбовуються гістологічними барвниками.

Можуть мати місце надриви або навіть розриви судин, які знаходяться в ділянці шиї, таких як сонні артерії, яремні вени. Трапляються також механічні пошкодження зв'язок та м'язів шиї, хрящів гортані та трахеї, під'язикового апарату [24]. При різкому смиканні предметів, що стискають шию, можуть виникати навіть переломи хребців шийного відділу. В навколишніх тканинах виникають плямисті та/або крапкові крововиливи. На тілі загиблих тварин спостерігають садна та подряпини, які утворюються під час агонії.

Компресійна асфіксія виникає внаслідок стискання ззовні грудної стінки або черева [30]. Причинами її можуть бути скучене утримання тварин, неправильний підбір груп утримання тварин, перевезення тварин у перевантаженому непристосованому транспорті, у разі великої щільності посадки. Новонароджені тварини можуть гинути, коли самка лягає на приплод, задавлюючи його (найчастіше – свиноматка з поросятами). Трапляються схожі випадки також у разі падіння на тварин масивних предметів, завалювання їх уламками будівель, камінням, ґрунтом внаслідок стихійних лих, аварій, катастроф. Щодо собак та котів, такі випадки траплялися під час російсько-української війни при руйнуванні багатоповерхових будівель унаслідок артилерійських або ракетних обстрілів. Компресійна

асфіксія може спостерігатися як симптом хвороб, які характеризуються скупченням газів в органах травлення (тимпанія, метеоризм тощо). У таких випадках розширений орган здійснює суттєвий тиск на діафрагму з боку черевної порожнини, а через діафрагму – на легені. Смерть настає через затруднення або навіть унеможливлення діафрагмального дихання, що призводить до зупинки легень.

При виявленні трупа тварини з підозрою на загибель від компресійної асфіксії експерту необхідно оглянути місце подій [25]. У висновку експерта вказують предмети, що тиснуть або могли тиснути на груди чи живіт тварини, колір шкіри, наявність ознаки вирачуватості очей та крововиливів у кон'юнктиву та склеру. На поверхні шкіри та шерсті тварини знаходять частинки ґрунту, пил, дрібні камінці, уламки будівельних матеріалів тощо. Інколи ці предмети виявляють у носовій та ротовій порожнинах. Буває, що після зняття шкіри з ділянки грудей чи черева можна виявити характерний «відбиток» предмету, який здійснював компресію. Шкіра в ділянці шиї, грудей, рідше голови може бути виражено синюшна. На шкірі виявляють численні дрібні пошкодження. Можуть спостерігатися ознаки кровотечі з носа чи вух [31].

За результатами внутрішнього дослідження трупа виявляють гострий венозний застій у внутрішніх органах. Можуть виявляти переломи ребер. У легенях виявляють бульозну емфізему із виходом повітря під плевру. Найбільш характерні патолого-анатомічні зміни виявляють у легенях. Крім того, виникає набряк легень, при якому геморагічний трансудат у легенях насичений киснем, і тканина легень забарвлена в червоний колір. Судові медики називають таку ознаку «карміновий набряк» [25]. Виявляють також значну кількість крапкових крововиливів на слизових та серозних оболонках.

Залежно від обставин смерті при судово-ветеринарному дослідженні трупа можуть виявлятися пошкодження травматичного характеру: розриви та розчавлювання внутрішніх органів, переломи різних кісток, забиття, кровотечі. В такому разі необхідно диференціювати початкову причину смерті: компресійна асфіксія чи летальна травма [20].

Причиною асфіксії в обмеженому замкненому просторі є брак кисню у повітрі місць перебування тварин [21]. Сприяє виникненню такого стану перегрівання повітря у приміщенні, висока вологість, відсутність руху повітря, зокрема внаслідок несправності або відсутності вентиляції, брак місця для тварин у разі їх великої скупченості. Таке явище може виникнути за умови транспортування тварин засобами, непристосованими для таких перевезень, несправності газового або опалювального устаткування приміщень, задимленні внаслідок пожеж, чадіння печей тощо. Через нестачу кисню в повітрі в організмі тварин і людей виникає екзогенна гіпоксія, яка через свої ускладнення призводить до летальних наслідків.

При судово-ветеринарному дослідженні трупа тварини, що загинула від такого виду асфіксії, велике

значення має огляд місця подій [25]. Відмічають кількість тварин у приміщенні, скільки з них залишилося в живих, скільки загинуло. Досліджують газовий склад повітря в цьому приміщенні, швидкість руху та рівень вологості в повітрі. Специфічні морфологічні ознаки у разі такого виду асфіксії відсутні, виявляють тільки ознаки, характерні для механічної асфіксії ззагалі, що ускладнює патолого-анатомічну діагностику [1]. Асфіксія в обмеженому замкненому просторі через велику скупченість тварин може поєднуватися із компресійною асфіксією.

Обтураційна асфіксія може виникати як наслідок механічного перекриття носових та ротового отворів, а також за умов потрапляння до органів дихання сторонніх тіл або рідин [1]. Обтурація руками людини, твердими тілами визначається як власне обтураційна асфіксія. Закриття просвіту дихальних шляхів рідкими, напіврідкими та сипкими тілами називають аспіраційною асфіксією [31]. Окремим видом обтураційної асфіксії вважають утоплення, проте як етіологічно, так і морфологічно утоплення за багатьма показниками різко відрізняється від інших видів механічної асфіксії [33], і тому про нього не йдеться в цій розвідці. Отже, обтураційна асфіксія є видом механічної асфіксії, який виникає внаслідок перекриття просвіту органів дихання інерідним середовищем і спричиняє припинення надходження в легені повітря.

Випадки перекриття дихальних шляхів трапляються при заковтуванні під час прийому корму тваринами частинок кормових мас та/або інерідних предметів. У хижих тварин це можуть бути кістки, шерсть, пір'я, у тварин, що споживають рослинний корм, – шматки овочів, бульбоплодів, коренеплодів. Собаки, коти, граючись, здатні ковтати абсолютно різні невеликі предмети, які здатні спричинити обтурацію просвіту не тільки органів дихання, але й органів травлення [1]. Відомі випадки перекриття тваринам дихальних шляхів руками, інструментами, що використовуються у ветеринарній практиці, наприклад носоглотковим зондом. Такі ситуації можуть траплятися під час виконання лікувальних або діагностичних маніпуляцій, рідше – як спосіб вбивства. Аспірація рідкого або напіврідкого середовища може спостерігатися за умови напування тварин, коли в дихальні шляхи потрапляє вода і тварини захлинаються, за блювоти із аспірацією блювотних мас, у жуйних – у процесі жуйки. Описано випадки аспірації пилом, сипким кормом у вигляді гранул, крупи, лікарськими речовинами у порошкоподібному вигляді тощо [1]. Критичний стан у тварин спричиняє перекриття просвіту дихальних шляхів обтураючим середовищем, а також можливий спазм гортані і трахеї внаслідок подразнення їх слизових оболонок цим середовищем, а у разі аспірації блювотних мас – ще й шлунковим соком.

Патолого-анатомічне дослідження за наявності обтураційної асфіксії спрямоване на виявлення у просвітах органів дихання елементів твердого, напіврідкого, рідкого або сипкого середовища, що частково або повністю ці просвіти закривають,

перешкоджаючи руху повітря, та одночасно – на фіксацію загальних ознак механічної асфіксії, які у випадках обтураційної асфіксії є добре вираженими. У разі потрапляння в дихальні шляхи твердих тіл виявляють пошкодження цілісності слизових оболонок гортані, трахеї, бронхів [32]. Слід мати на увазі, що виявлення у просвіті передніх дихальних шляхів кормових мас може не бути беззаперечною ознакою їх прижиттєвої аспірації, оскільки може виникати після смерті внаслідок утворення газів при гнилісному розкладі органів травлення та їх вмісту; в такому разі тиск газів зумовлює переміщення вмістимого зі шлунка по стравоходу у глотку й ротову порожнину, а звідти – в дихальні шляхи. Тому в таких випадках необхідно встановити, прижиттєво чи посмертно кормові маси потрапили у просвіт дихальних шляхів. Якщо аспірація кормових мас відбулася прижиттєво, то частинки корму виявляють і у бронхах, інколи й в альвеолах. Легені в таких випадках збільшені в об'ємі, поверхня їх нерівна, при розрізі легень з бронхів дрібного калібру витискаються кормові маси. Частинки корму в дрібних бронхах, бронхіолах і навіть альвеолах можна виявити й мікроскопічно.

Висновки

У практиці судової ветеринарної медицини трапляються випадки загибелі тварин від механічної асфіксії. Більшість їх настає внаслідок насильницької смерті, спричиненої зловмисними діями людини відносно тварин, що кваліфікується як жорстоке поводження з тваринами, або ж нещасних випадків, що є наслідками стихійних лих, аварій чи катастроф. У розвідці запропоновано теоретичні відомості, методологічні підходи щодо проблеми судово-ветеринарної експертизи трупів тварин, які загинули внаслідок механічної асфіксії. Зокрема, розрізняють такі види механічної асфіксії, як странгуляційна, компресійна, обтураційна та асфіксія в обмеженому замкненому просторі. Судово-ветеринарному експерту, який має справу з такими випадками, необхідно ретельно вивчити місце подій, зафіксувати ознаки, характерні взагалі для будь-якого виду механічної асфіксії та ознаки, характерні для конкретного її виду. Судово-ветеринарний експерт також має визначити, механічна чи симптоматична асфіксія мала місце в певному випадку, чи не є вона ознакою якихось інших захворювань. Знання ознак механічної асфіксії, отже, необхідне для якісного виконання експертного дослідження трупів тварин, що надходять на судово-ветеринарну експертизу.

Перспективами подальшого дослідження є накопичення фактичного матеріалу зі схожих випадків, які трапляються у судово-ветеринарній практиці, ретельне дослідження морфологічних змін та встановлення їх особливостей у трупах тварин різних видів, різного віку.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Serdioucov, Ya. K., Yatsenko, I. V., & Bohatko, N. M. (2016). Sudovo-veterynarna ekspertyza u vypadkakh asfiksii. Kyi : «TsR «Komprynt» [in Ukrainian]
2. Criminal codex of Ukraine. (2001). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 25-26, st. 131. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text> [in Ukrainian]
3. Yatsenko, I. V., Zapara, S. I., & Zakhariiev, A. V. (2018). Current state and perspectives for development forensic veterinary examination in Ukraine. *Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics*, 18, 568–575. <https://doi.org/10.32353/khrife.2018.66>
4. Newland, X., Boller, M., & Boller, E. (2019). Considering the relationship between domestic violence and pet abuse and its significance in the veterinary clinical and educational contexts. *New Zealand Veterinary Journal*, 67 (2), 55-65. <https://doi.org/10.1080/00480169.2018.1559108>
5. Zakon Ukrainy № 3447-IV. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 27, st.230. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> [in Ukrainian]
6. Yatsenko, I. V., Zapara, S. I., Zakhariiev, A. V., Skrypka, M. V., & Serdioucov, Ya. K. (2018). Sudovo-ekspertni vypadky doslidzhennia trupiv tvaryn z oznakamy nasylnytskoi smerti vid zhorstokoho povodzhennia. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 36 (2), 130–138. [in Ukrainian]
7. Rebollada-Merino, A., Bárcena, C., Mayoral-Alegre, F. J., García-Real, I., Domínguez, L., & Rodríguez-Bertos, A. (2020). Forensic cases of suspected dog and cat abuse in the Community of Madrid (Spain), 2014–2019. *Forensic Science International*, 316, 110522. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110522>
8. Araújo, D., Lima, C., Mesquita, J. R., Amorim, I., & Ochoa, C. (2021). Characterization of suspected crimes against companion animals in Portugal. *Animals*, 11 (9), 2744. <https://doi.org/10.3390/ani11092744>
9. Yatsenko, I., & Parilovsky, O. (2022). Animal mutilation as a subject of forensic veterinary expertise. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 102-103, 71–86. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2022.102.13>
10. Stern, A. W. (2018). Animal Sexual Abuse Investigations. *Veterinary Forensic Pathology*, 2, 121–127. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67175-8_8
11. Doukas, D. (2022). Non-accidental injuries in dogs and cats: review of post-mortem forensic evaluations and the social significance of small animal practice. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73 (1), 3543–3552. <https://doi.org/10.12681/jhvms.23296>
12. Li, D., Mabrouk, O. S., Liu, T., Tian, F., Xu, G., Rengifo, S., Choi, S. J., Mathur, A., Crooks, C. P., Kennedy, R. T., Wang, M. M., Ghanbari, H., & Borjigin, J. (2015). Asphyxia-activated corticocardiac signaling accelerates onset of cardiac arrest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (16). <https://doi.org/10.1073/pnas.1423936112>
13. Merck, M. D., & Miller, D. M. (2013). Asphyxia. *Veterinary Forensics: Animal Cruelty Investigations*, 169–184. <https://doi.org/10.1002/9781118704738.ch9>
14. Parry, M. A. N., & Stoll, A. (2020). The rise of veterinary forensics. *Forensic Science International*, 306, 110069. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110069>
15. Ottinger, T., Rasmusson, B., Segerstad, C. H. A., Merck, M., Goot, F. V. D., Olsén, L., & Gavrier-Widén, D. (2014). Forensic veterinary pathology, today's situation and perspectives. *Veterinary Record*, 175 (18), 459–459. <https://doi.org/10.1136/vr.102306>
16. Lockwood, R., & Arkow, P. (2016). Animal abuse and interpersonal violence. *Veterinary Pathology*, 53 (5), 910–918. <https://doi.org/10.1177/0300985815626575>
17. Martinez, R. M., Hetzel, U., Thali, M. J., & Schweitzer, W. (2015). Cat CAT-scan: Postmortem imaging and autopsy of two cats. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 3 (1), 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2014.11.004>

18. McEwen, B. (2017). Eternally vulnerable: the pathology of abuse in domestic animals. *Academic Forensic Pathology*, 7 (3), 353–369. <https://doi.org/10.23907/2017.032>
19. Salvagni, F. A., de Siqueira, A., Fukushima, A. R., Landi, M. F. de A., Ponge-Ferreira, H., & Maiorka, P. C. (2016). Animal serial killing: The first criminal conviction for animal cruelty in Brazil. *Forensic Science International*, 267, e1–e5. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.08.033>
20. Lew, E. O., & Matshes, E. W. (2005). Postmortem changes. In: D. Dolinak, E. W. Matshes, E. O. Lew (Eds.). *Forensic Pathology: Principles and Practice*. (pp. 527–554). New York: Elsevier/Academic Press.
21. Perper, J. (2006). Time of death and changes after death. In: W. U. Spitz, D. J. Spitz (Eds.). *Medicolegal Investigation of Death: Guidelines for the Application of Pathology to Crime Investigation*. 4th ed. (pp. 87–183). Springfield.
22. Ressel, L., Hetzel, U., & Ricci, E. (2016). Blunt Force Trauma in Veterinary Forensic Pathology. *Veterinary Pathology*, 53 (5), 941–961. <https://doi.org/10.1177/0300985816653988>
23. Marrone, M., Cazzato, G., Caricato, P., Angeletti, C., Ingravallo, G., Casatta, N., Lupo, C., Vinci, F., Agazzino, G., Stellacci, A., & Oliva, A. (2023). Diagnostic methods in forensic pathology: a new sign in death from hanging. *Diagnostics*, 13 (3), 510. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13030510>
24. Mazzante, N. M., Camargo, B. W., Sanctis, P. D., Fogaça, J., Vettorato, M. C., Tremori, T. M., & Rocha, N. (2020). Post-mortem analysis of injuries by incomplete hanging in dog (*Canis familiaris*) through radiographs and forensic necropsy. *Forensic Imaging*, 20, 100350. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2019.100350>
25. Byard, R. (2011). Issues in the classification and pathological diagnosis of asphyxia. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 43, 27–38. <https://doi.org/10.1080/00450618.2010.482107>
26. McEwen, B. J. (2016). Nondrowning asphyxia in veterinary forensic pathology: suffocation, strangulation, and mechanical asphyxia. *Veterinary Pathology*, 53 (5), 1037–1048. <https://doi.org/10.1177/0300985816643370>
27. McEwen, B. J. (2018). Strangulation, Suffocation, and Asphyxia. *Veterinary Forensic Pathology*, 1, 129–148. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67172-7_8
28. Huang, W.-H., Kuo, C.-C., Hu, H.-Y., Pan, C.-H., Liao, A. T., & Liu, C.-H. (2021). Manual Strangulation of a stray cat. *Journal of Veterinary Forensic Sciences*, 1 (2). <https://doi.org/10.32473/jvfs.v1i2.128634>
29. Pihirunkit, Kr. (2022). Postmortem radiological imaging and autopsy of a manually strangled dog with a neck twist. *Forensic Imaging*, 31, 200519. <https://doi.org/10.1016/j.fri.2022.200519>
30. Bradley, N. (2016). Asphyxia: the unusual tale of two cases. *North American Veterinary Community Conference*. (pp. 353–355). Orlando, NAVC.
31. Munro, R., & Munro, H. M. C. (2008). *Forensic examination and report writing*. Animal Abuse and Unlawful Killing, 11–16. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-2878-6.50013-1>
32. de Siqueira, A., Cuevas, S. E. C., Salvagni, F. A., & Maiorka, P. C. (2016). Forensic veterinary pathology. *Veterinary Pathology*, 53 (5), 979–987. <https://doi.org/10.1177/0300985816655850>
33. McEwen, B. J., & Gerdin, J. (2016). Veterinary forensic pathology. *Veterinary Pathology*, 53 (5), 1049–1056. <https://doi.org/10.1177/0300985815625757>

ORCID

- B. Borysevich  <https://orcid.org/0000-0001-6903-4186>
- O. Kruchynenko  <https://orcid.org/0000-0003-3508-0437>
- O. Peredera  <https://orcid.org/0000-0002-8613-6827>



© 2024 Borysevich B. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Red fox (*Vulpes vulpes*) – a natural reservoir of helminthosesO. Mazannyi¹ | O. Nikiforova¹ | P. Liulin¹ | A. Antipov²

Article info

Correspondence Author

O. Mazannyi

E-mail:

mazannyi78@ukr.net¹State Biotechnological University,44, Alchevsky Str.,
Kharkiv, 61002, Ukraine²Bila Tserkva National Agrarian University,8/1, Soborna pl., Bila Tserkva,
09117, Ukraine**Citation:** Mazannyi, O., Nikiforova, O., Liulin, P., & Antipov, A. (2024). Red fox (*Vulpes vulpes*) – a natural reservoir of helminthoses. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 155–161. doi: 10.31210/spi2024.27.01.26

The habitats of wild carnivores and domestic, in particular, homeless animals can overlap. Under such circumstances, wild predators become a source of infestation of domestic carnivores (dogs, cats) for which the most of the parasites are same. The purpose of the research was to study the role of the red (common) fox in the spread of helminthosis among other wild and domestic carnivores. Complete helminthological autopsy on 10 red fox corpses (3 males and 7 females) and 1 male Ussuri raccoon (a raccoon dog) from the hunting grounds of Dergachi (now Kharkiv) district was performed in January-February 2021. Feces were studied by standardized flotation and sedimentation methods. Two nematodes of the species *Dirofilaria immitis* (male – 18.5 cm long, and female – 25.3 cm long), were found in one male common fox (10 %) by the results of the autopsy. Five nematodes *Toxocara canis* (one male and 4 females) were found in the second male common fox (EI=10%). The length of the male was 7.5 cm, and the length of the females was from 8.8 to 10.5 cm. Twenty-four nematodes (8 males and 16 females) *Toxascaris leonina* (EI=10 %) were found in the third male common fox. The length of males was 3.63±0.23 cm and females – 6.20±0.18 cm in average. Besides in the last male common fox part of the strobila *Dipylidium caninum* from Cyclophyllidea order was found (EI=10 %). In six red foxes Trematode eggs of the species *Alaria alata* were detected (60 %) by coproscopic sedimentation method. Eggs of the following nematodes: *Toxascaris leonina* (20 %), *Toxocara canis* (10 %), *Uncinaria* sp. (30 %), *Trichuris* sp. (50 %), *Capillaria* sp. (30 %) were detected by flotation method. *Isoospora* sp oocysts were found in one animal (10 %). The composition of the detected infestations in each of the 7 red foxes (EI=70 %) was individual, in particular: alariosis monoinvasion, two-component invasion – trichuroses et alariosis; three-component invasion: toxascariosis et isosporinosis et alariosis and trichuratoses et alariosis; four-component invasions: toxocarosis et uncinariosis et trichuratoses et dirofilariosis et uncinariosis et trichuroses et alariosis as well as six-component invasion – toxascariosis et uncinariosis et trichuratoses et alariosis et dipilidiosis. Toxascariosis et uncinariosis et alariosis infection was diagnosed in raccoon dog by helmintooscopy.

Keywords: red fox, intestinal helminthoses, ascaridates, trichurates, *Uncinaria*, *Dirofilaria*, *Alaria*.Лисиця руда (*Vulpes vulpes*) – природний резервуар гельмінтозівO. В. Мазанний¹ | O. В. Нікіфорова¹ | П. В. Люлін¹ | А. А. Антіпов²¹Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна²Білоцерківський національний аграрний університет,
м. Біла Церква, Україна

Ареали диких м'ясоїдних і домашніх, зокрема безпритульних тварин, можуть перетинатись. За таких обставин дикі хижаки стають джерелом інвазування домашніх м'ясоїдних тварин (собак, котів), для яких більшість паразитів є спільними. Метою досліджень було вивчення ролі лисиці рудої (звичайної) у поширенні гельмінтозів серед інших диких і домашніх м'ясоїдних тварин. У січні–лютому 2021 року проведено повний гельмінтологічний розтин 10-ти трупів рудих лисиць (3 самця і 7 самок) та 1 самця єнота уссурійського (єнотоподібного собаки) з мисливських угідь Дергачівського (нині Харківський) району. Проведено дослідження фекалій за стандартизованими флотаційним і седиментаційним методами. За результатами розтину у одного самця звичайної лисиці (10 %) виявлено двох серцевих нематод виду *Dirofilaria immitis* (самець завдовжки 18,5 см, а самка – 25,3 см). У другого самця (EI=10 %) виявлено 5 нематод виду *Toxocara canis* (1 самець і 4 самки). Довжина самця склала 7,5 см, а самок – від 8,8 до 10,5 см. У третього самця виявлено 24 нематоди виду *Toxascaris leonina* (8 самців і 16 самок) (EI=10 %). Довжина самців у середньому склала 3,63±0,23 см, а самок – 6,20±0,18 см. Крім того, у останнього самця виявлено частину стробіли цип'яка *Dipylidium caninum* (EI=10 %). За допомогою копроовоскопічного седиментаційного методу у шести рудих лисиць (60 %) виявлено яйця трематоли виду *Alaria alata*. Флотаційним методом виявлено яйця таких нематод: *Toxascaris leonina* (20 %), *Toxocara canis* (10 %), *Uncinaria* sp. (30 %), *Trichuris* sp. (50 %), *Capillaria* sp. (30 %). У однієї тварини (10 %) виявлено ооцисти *Isoospora* sp. Склад виявлених інвазій у кожній із 7-ми рудих лисиць (EI=70 %) був індивідуальним, зокрема: аларіозна моноінвазія, двокомпонентна трихурозно-аларіозна інвазія, трикомпонентні: токсаскарозно-ізооспоринозно-аларіозна та трихуратозно-аларіозна інвазії, чотирикомпонентні: токсаскарозно-унцинаріозно-трихуратозна та диروفіларіозно-унцинаріозно-трихурозно-аларіозна інвазії, а також шести-компонентна токсаскарозно-унцинаріозно-трихуратозно-аларіозно-дипілідіозна інвазія. У єнотоподібного собаки за результатами гельмінтооскопії встановлена токсаскарозно-унцинаріозно-аларіозна інвазія.

Ключові слова: лисиця руда, кишкові гельмінтози, аскарідати, трихурати, *Uncinaria*, *Dirofilaria*, *Alaria*.**Бібліографічний опис для цитування:** Мазанний О. В., Нікіфорова О. В., Люлін П. В., Антіпов А. А. Лисиця руда (*Vulpes vulpes*) – природний резервуар гельмінтозів. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 155–161.

Вступ

Хижі або м'ясоїдні тварини, зокрема представники родини псових (Canidae), такі як лисиці, вовки, єнотоподібні собаки та інші, є переважно мешканцями дикої фауни. Як виняток їх можуть утримувати у штучних, створених людиною, умовах, зокрема: зоопарках, зоосадах, притулках для тварин. У конкурентних природних умовах, коли зростає чисельність популяції хижаків, які ведуть активну боротьбу за їжу, вони впритул можуть наближатися до населених пунктів, частіше сіл і селищ, інколи їх можуть реєструвати в межах мегаполісів. Ще однією причиною такої їхньої поведінки є активний пошук реципієнта лисицями, інфікованими вірусом сказу. Отже, ареали диких і домашніх м'ясоїдних тварин, особливо тих, що здичавили, і безпритульних, можуть перетинатись. Відомо, що крім розкидання у лісах пероральних форм антирабічних вакцин, інших обробок, зокрема дегельмінтизацій, диким тваринам не проводять. За певних обставин такі тварини стають джерелом інвазування домашніх м'ясоїдних (собак, котів), адже більшість паразитів для них є спільними.

Для того, щоб мати уяву про небезпеку, яку несуть дикі тварини домашнім улюбленцям, доцільно досліджувати їх паразитофауну. В багатьох європейських країнах науковці приділяють чималу увагу вивченню цієї проблеми [1–6], регулярно проводять дослідження і наші вчені [7, 8].

Мета дослідження

Мета досліджень – вивчення ролі лисиці рудої у поширенні гельмінтозів серед інших диких і домашніх м'ясоїдних тварин.

Матеріали і методи

Досліджено 10 трупів рудих (звичайних) лисиць (*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) (3 самця і 7 самок) та 1 самця єнота уссурійського (єнотоподібного собаки) (*Nyctereutes procyonoides*, Gray, 1834), яких під час планового відстрілу у січні–лютому 2021 року на території Дергачівського району (нині Харківський район) було доставлено до секційної зали кафедри нормальної та патологічної морфології, де і був здійснений розтин. Спеціальні паразитологічні дослідження проведено в науковій лабораторії кафедри фармакології та паразитології Державного біотехнологічного університету (м. Харків).

Розтин проводили лише після отримання негативних результатів на сказ Харківською регіональною державною лабораторією Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів.

Плановий відстріл лисиць та єнотоподібного собаки здійснювали на території мисливських угідь між селами Семенівка (Дергачівська міська ОТГ) та Польова (Солоницівська ТГ), одну лисицю було підібрано (збив автотранспортний засіб) на території лісового заказника «Лозовеньківський» (Малоданилівська ОТГ). Усі населені пункти

розташовані у Харківському районі, на півночі Харківської області.

Під час зовнішнього огляду трупів визначали стать, вік, масу тіла і довжину тулуба тварин. При повному гельмінтологічному розтині [9–11] звертали увагу на видимі зміни у внутрішніх органах, а під час виявлення гельмінтів – на місце їхньої локалізації. Виявлених нематод розподіляли за статевими ознаками, підраховували і вимірювали довжину. Безпосередньо з прямої кишки відбирали індивідуальні проби фекалій для гельмінтооскопічного дослідження [9–12].

Копроскопічні дослідження здійснювали за стандартизованими флотаційним (з насиченим розчином NaCl) і седиментаційним методами [10, 12]. Визначали інтенсивність виявлених інвазій (II), а за отриманими результатами розраховували екстенсивність інвазій (EI). Особливості будови імагінальних стадій нематод і яєць гельмінтів вивчали за допомогою мікроскопу «Carl Zeiss» (Jena, Німеччина), фотографування здійснювали фотокамерою Nikon Coolpix S3300 (Китай). За допомогою довідників [10, 11, 13] уточнювали таксономічне положення збудників.

Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel for Windows 2007 з визначенням середнього арифметичного (M) та його похибки (m).

Результати та їх обговорення

За результатами вивчення анатомо-морфологічних особливостей 10-ти трупів лисиці рудої (*Vulpes vulpes*) встановлено, що вік трьох самців сягав 2–3 роки, маса тіла – 5,1–6,5 кг, а довжина тулуба – 49–59 см (табл. 1).

Таблиця 1

Анатомічні дані лисиці рудої відстріленої у Дергачівському (нині Харківському) районі Харківської області у 2021 році (n=10; M±m)

№ з/п	Стать (♂♀)	Вік, років	Маса тіла, кг	Довжина тулуба, см
14.01.2021 року (Лісовий заказник «Лозовеньківський»)				
1	♂	2,0	5,1	49
4.02.2021 року (с. Семенівка – с. Польова)				
2	♂	2,5	6,5	59
3	♀	2,5	5,5	52
4	♀	3,5	5,7	51
5	♀	3,5	5,2	53,5
6	♀	3,0	6,0	53
7	♀	3,0	4,6	52
8	♀	4,0	3,9	56
17.02.2021 року (с. Семенівка – с. Польова)				
9	♂	3,0	5,2	51
10	♀	3,5	4,5	57
M±m		3,05±0,19	5,22±0,24	53,35±0,98

У семи самок ці показники склали: 2,5–4 роки, 3,9–6 кг і 51–57 см відповідно. В середньому у 10-ти тварин вік сягав 3,05±0,19 років, маса тіла – 5,22±0,24 кг, а довжина тулуба – 53,35±0,98 см. Тварини молодшого віку мали переважно більшу

масу тіла порівняно із тваринами старшого віку, що пояснюється фізичними можливостями молодих тварин – вони спритніші і витриваліші, а тому частіше їм вдається спіймати або наздогнати здобич. Співвідношення самців і самок у цій популяції склало 3 : 7 або 1 : 2,3.

Під час повного гельмінтологічного розтину трупів насамперед оглядали органи грудної порожнини і проводили пошук дирофілярій виду *Dirofilaria immitis*. Потім переходили до огляду органів розташованих у черевній порожнині, відокремлювали кишечник і досліджували його вміст за допомогою гельмінтоскопічних і гельмінто-овоскопічних методів.

Дві серцеві нематоди виду *Dirofilaria immitis* з не типовим розташуванням виявлено лише у одного самця. Внаслідок вогнепального поранення в серце, нематоди через дробові отвори перемістились, разом із кров'ю що витікала, у грудну порожнину (рис. 1).

Екстенсивність дирофіляріозної інвазії серед самців склала 33,3 %, а загалом серед досліджених лисиць – 10 %.

Таблиця 2

Інвазованість лисиці рудої гельмінтами за результатами розтину (Харківська область, 2021 рік) (n=10; M±m)

№ з/п	Виявлено												
	нематод:								цестод:				
	<i>Dirofilaria immitis</i>				<i>Toxocara canis</i>				<i>Toxascaris leonina</i>		<i>Dipylidium caninum</i>		
♂	♀	довжина, см		♂	♀	довжина, см		♂	♀	довжина, см			
1	-	-	-	-	1	4	7,5	9,38±0,38	-	-	-	-	-
2	1	1	18,5	25,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	8	16	3,63±0,23	6,20±0,18	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EI, %	10,0				10,0				10,0				10,0

У тонкому відділі кишечника, зокрема у дванадцятипалій кишці, було виявлено аскаридат і частину стробіли огіркового ціп'яка *Dipylidium caninum*. У одного самця – 5 нематод виду *Toxocara canis*, 1 самця і 4 самки (рис. 2).

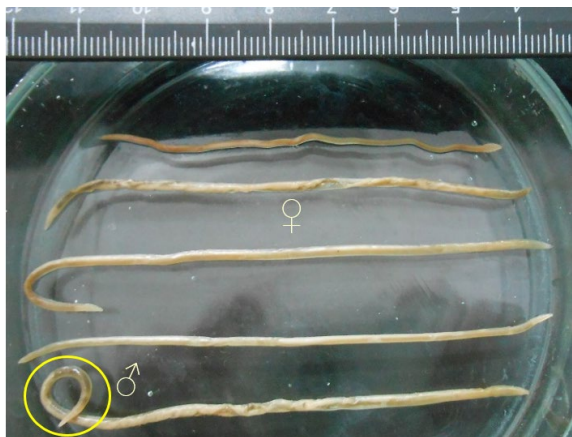


Рис. 2. Токсокари, виявлені у дванадцятипалій кишці самця лисиці 2-річного віку



Рис. 1. Самець і самка *Dirofilaria immitis* у грудній порожнині самця лисиці 2,5-річного віку

Цілком закономірно, що самка виявлених нематод була довшою за самця на 6,8 см і її довжина сягала 25,3 см (табл. 2).

Аналогічно до дирофілярій, самець був коротшим і його довжина склала 7,5 см, а довжина самок сягала 8,8–10,5 см (9,38±0,38 см у середньому). Співвідношення самців до самок становило 1:4, а довжина самок перевищувала довжину самця на 1,88 см. Отже, EI токсокарами серед самців склала 33,3 %, а загалом – 10 %.

У іншого самця було виявлено 24 нематоди виду *Toxascaris leonina*, серед яких 8 самців і 16 самок (рис. 3). Як і у інших нематод, довжина самців склала від 2,5 см до 4,5 см (3,63±0,23 см у середньому), самок – від 5 до 7,5 см (6,20±0,18 см у середньому) і перевищувала довжину самців на 2,57 см. Співвідношення самців до самок становило 8 : 16 або 1 : 2. Отже, EI токсокариями серед самців склала 33,3 %, а загалом – 10 %. У цього ж самця виявлено частину стробіли із 12 проглотид огіркового ціп'яка *Dipylidium caninum* (рис. 4). Відповідно, екстенсивність дипілідіозної інвазії серед самців склала також 33,3 %, а загалом – 10 %.

Отже, за результатами розтину встановлено, що всі (100 %) самці лисиць виявились інвазованими: один – дирофіляріями, другий – токсокарами, а третій – токсокариями і дипілідіумами. У самок за результатами розтину гельмінтів не виявлено.



Рис. 3. Токсаскариси, виявлені у дванадцятипалій кишці самця лисиці 3-річного віку

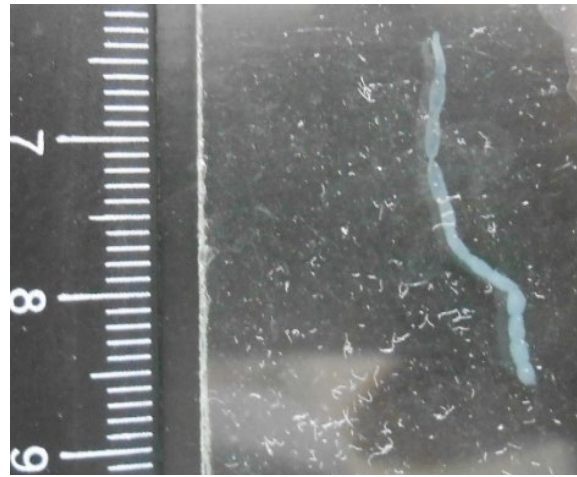


Рис. 4. Частина стробіли дипілідії, виявлена у дванадцятипалій кишці самця лисиці 3-річного віку

У 50 % лисиць виявлено патологічні зміни у внутрішніх органах невідомої етіології. У самця – збільшені пристінкові лімфатичні тазові вузли та виявлено ознаки гемосидерозу, а у чотирьох самок: збільшені мезентеріальні лімфатичні вузли; збільшені і пристінкові лімфатичні тазові вузли і мезентеріальні та ознаки гемосидерозу; ознаки крупозної пневмонії з карнифікацією легеневої тканини; плеврит із сірувато-білими ділянками на легенях та збільшені бронхіальні лімфатичні вузли. Виявлені зміни не мали прямого зв'язку з виявленими паразитоценозами у лисиць.

За результатами гельмінтоовоскопії за седиментаційним методом у 60 % рудих лисиць виявлено яйця трематоди виду *Alaria alata* (рис. 5, табл. 3), інвазованими були 2 самця і 4 самки.

Яйця нематод флотаційним методом виявлено у шести тварин (60 %). У двох тварин (20 %) виявлено яйця *Toxascaris leonina* (рис. 6). Причому II у самки була нижчою і склала $2,67 \pm 0,33$ яєць у 1 г фекалій, а у самця – $22,33 \pm 1,20$ яєць у 1 г фекалій. У іншого самця (10 %) виявлено яйця інших аскарідат виду *Toxocara canis* (рис. 7) з низьким ступенем інвазування.

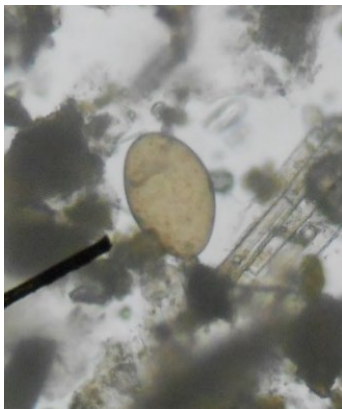


Рис. 5. Яйце *Alaria alata* ($\times 320$)

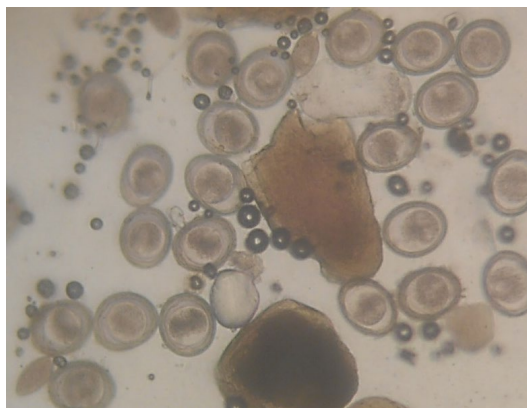


Рис. 6. Яйця *Toxascaris leonina*, *Trichuris* sp. та *Capillaria* sp. ($\times 320$)

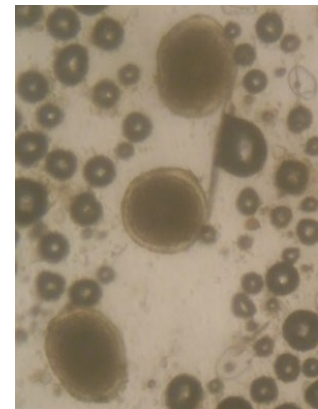


Рис. 7. Яйця *Toxocara canis* ($\times 400$)

Таблиця 3

Результати гельмінтоовоскопії фекалій лисиці рудої (Харківська область, 2021 рік) (n=10; M \pm m)

№ з/п	Виявлено ovosкопічних елементів у 1 г фекалій методом:						
	флотації					седиментації	
	<i>Toxocara canis</i>	<i>Toxascaris leonina</i>	<i>Uncinaria</i> sp.	<i>Trichuris</i> sp.	<i>Capillaria</i> sp.	ооцист <i>Isospora</i> sp.	<i>Alaria alata</i>
1	8,33 \pm 0,88	-	2,67 \pm 0,33	12,33 \pm 1,45	37,00 \pm 2,31	-	-
2	-	-	2,00 \pm 0,00	1,67 \pm 0,33	-	-	2,00 \pm 0,58
3	-	2,67 \pm 0,33	-	-	-	1,33 \pm 0,33	1,67 \pm 0,33
4	-	-	-	4,00 \pm 0,58	2,67 \pm 0,33	-	2,00 \pm 0,00
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	1,33 \pm 0,33	-	-	2,67 \pm 0,33
8	-	-	-	-	-	-	1,33 \pm 0,33
9	-	22,33 \pm 1,20	1,00 \pm 0,00	12,33 \pm 1,45	1,50 \pm 0,50	-	4,67 \pm 0,33
10	-	-	-	-	-	-	-
ЕІ, %	10,0	20,0	30,0	50,0	30,0	10,0	60,0

Із стронгілат травного тракту в 3-ох тварин (30 %) виявлено яйця *Uncinaria* sp. (рис. 8). Інвазованими виявились лише самці з низьким ступенем інвазування.

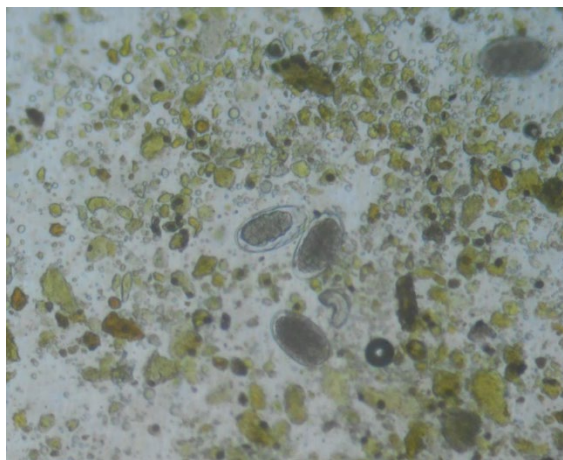


Рис. 8. Яйця *Uncinaria* sp. (×400)

Яйця трихурат виявлено у 5-ти лисиць (50 %) – 3 самців і 2 самок. У трьох (2 самця і 1 самка) із них зареєстровано змішану трихуратозну (*Trichuris* sp., *Capillaria* sp.) інвазію, ще у одного самця і однієї самки виявлена трихурозна моноінвазія. Інтенсивність інвазування не залежала від типу перебігу (змішаний чи моноінвазія) і знаходилась у межах від $1,33 \pm 0,33$ до $12,33 \pm 1,45$ яєць *Trichuris* sp. у 1 г фекалій та від $1,50 \pm 0,50$ до $37,00 \pm 2,31$ яєць *Capillaria* sp. у 1 г фекалій (рис. 9).

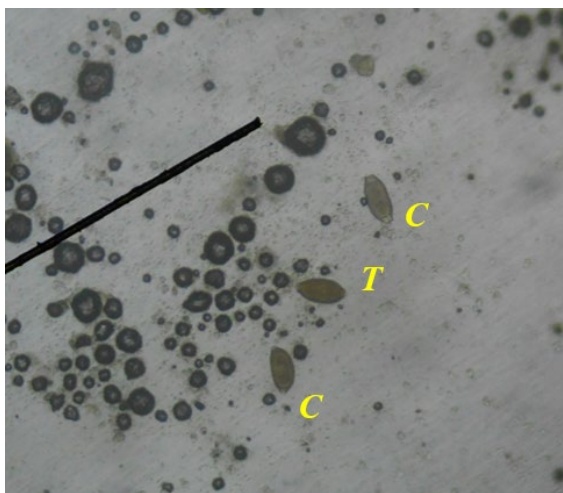


Рис. 9. Яйця *Trichuris* sp. (Т) та *Capillaria* sp. (С) (×320)

Отже, гельмінтофауна рудих лисиць за результатами гельмінтооскопії виявилась ширшою у порівнянні з результатами повного гельмінтологічного розтину. У тварин виявлено яйця 5-ти кишкових нематод і однієї трематоли, за результатами розтину – лише два види кишкових нематод, ще у однієї тварини виявлено ооцисти *Isospora* sp. (низька ступінь інвазування). Не у всіх інвазованих тварин за результатами розтину вдалося

виявити навіть таких порівняно великих нематод як токсамкариси: за результатами розтину інвазованою виявилась одна тварина, а за результатами гельмінтооскопії – дві. У однієї тварини інтенсивність інвазування була низькою $2,67 \pm 0,33$ яєць у 1 г фекалій, що й стало причиною не виявлення статевозрілих токсамкарисів у кишечнику.

Щодо складу виявлених у семи рудих лисиць інвазій (EI=70 %), він виявився різним і у кожній тварині індивідуальним, зокрема: аляріозна моноінвазія, двокомпонентна трихурозно-аляріозна інвазія, трикомпонентні: токсамкарозно-ізоспоринозно-аляріозна та трихуратозно-аляріозна інвазії, чотирикомпонентні: токсамкарозно-унцинаріозно-трихуратозна та дирофіляріозно-унцинаріозно-трихурозно-аляріозна інвазії, а також шестикомпонентна токсамкарозно-унцинаріозно-трихуратозно-аляріозно-дипілідіозна інвазія.

Крім лисиць, за допомогою тих же методів досліджено самця єнотоподібного собаки (*Nyctereutes procyonoides*), відстреленого у Дергачівському (нині Харківському) районі Харківської області, у якого за результатами гельмінтооскопії встановлена токсамкарозно-унцинаріозно-аляріозна інвазія (табл. 4).

Таблиця 4

Анатомічні дані та результати гельмінтооскопії фекалій самця єнотоподібного собаки віком 2,5 роки, 4.02.2021 року

Маса тіла, кг	Довжина тулуба, см	Виявлено яєць у 1 г фекалій методом:		
		флотації	седиментації	
с. Семенівка – с. Польова		<i>T. leonina</i>	<i>Uncinaria</i> sp.	<i>A. alata</i>
5,8	46	$1,33 \pm 0,33$	$35,00 \pm 2,89$	$3,00 \pm 0,00$

Примітка: копрооскопічні дослідження проводилися з триразовою повторюваністю.

Інтенсивність унцинаріозної інвазії сягала $35,00 \pm 2,89$ яєць у 1 г фекалій. І токсамкарисами і аляріями виявилась невисокою і складала $1,33 \pm 0,33$ і $3,00 \pm 0,00$ яєць у 1 г фекалій, відповідно. Результати повного гельмінтологічного розтину виявились негативними.

Отже, лисиця руда і єнотоподібний собака виявились інвазованими ендопаразитами, яких відносять до класів Nematoda, Trematoda, Cestoda та Sporozoa. Зважаючи на те, що з лютого 2022 року полювання на диких тварин заборонено, відповідно чисельність популяцій досліджених тварин різко зросла, у пошуках здобичи тварини часто потрапляють на територію населених пунктів. У окремих із них після таких «відвідувань» тварини скаженіють, про що свідчать публікації в засобах масової інформації щодо накладання карантинних обмежень у окремих громадах Харківщини. Так, станом на 11 січня 2024 року вже зафіксовано 10 випадків сказу у тварин у п'яти районах області: п'ять випадків сказу у собак, чотири – у котів, один – у єнотоподібного собаки. Випадки реєстрували у п'яти районах: п'ять – у Лозівському, два – в Ізюмському та по одному в Красноградському, Чугуївському та Куп'янському [14]. Так само, як лисиці поширюють смертельний

вірус сказу серед домашніх тварин, так вони поширюють і не менш небезпечні гельмінтози, зокрема і зооантропонозні. Останніми, що ми виявили у досліджених тварин, є дирофіляріоз, токсокароз і дипілідіоз.

Про актуальність наших досліджень свідчать численні наукові публікації щодо вивчення паразитозів лисиць [15–20].

Польські науковці у 2011–2013 роках провели постмортальне дослідження вмісту кишечника 473-х звичайних лисиць та 344 проб фекалій флотаційним методом. Встановлено, що у 98,9 % тварин, які мешкали у 4-ох регіонах Польщі, було виявлено кишкових гельмінтів. За результатами гельмінто- та гельмінтоовоскопії із цестодозів у 84,1 % було діагностовано *Mesocestoides* spp., у 42,5 % – *Taenia* spp., у 25,6 % – *Echinococcus multilocularis*, із нематодозів: у 67,9 % – анкілостомоз, у 49,5 % – *Toxocara/Toxascaris*, у 2,3 % – *Trichuris vulpis*, у 76,2 % – *Capillaria aerophila*, а із трематодозів у 61,5 % – лише *Alaria alata* [15].

При дослідженні тонкого кишечника 216-ти звичайних лисиць зі східної Польщі за допомогою седиментаційного методу в передній його частині у 78,7 % виявлено трематод виду *Alaria alata*, із нематод у середній і задній частині у 72,7 % – анкілостом, в передній частині у 43,1 % – *Toxocara/Toxascaris*, із цестод в середній частині у 78,2 % – *Mesocestoides* sp., в передній частині у 53,2 % – *Taenia* spp., в середній і задній частині у 18,5 % – *Echinococcus multilocularis* [16].

Чеські науковці у 2010–2012 роках вивчали кишкову гельмінтофауну у 40-ка звичайних лисиць із північно-західної Чехії, що мешкали поблизу житла людини. Встановлено, що у тонкому кишечнику 77,5 % тварин було виявлено нематод або цестод. Зокрема, у 37,5 % лисиць – нематод виду *Toxocara canis*, у 35 % – *Toxascaris leonina*, у 10 % – *Uncinaria stenocephala*. З цестодозів переважала інвазованість *Echinococcus multilocularis* та *Mesocestoides* sp., екстенсивність інвазування якими склала по 40 %, у 10 % лисиць виявлено цестод виду *Taenia pisiformis* [17].

У 2013–2014 роках італійські вчені вивчали гельмінтофауну звичайних лисиць з регіону Емілія-Романья (Італія). За результатами їх досліджень у 52-х тварин, що склало 91,2 %, виявлено гельмінтів. У майже 2/3 інвазованих лисиць (71,9 %) виявлено змішаний перебіг інвазій, у складі яких налічували до 14 видів кишкових гельмінтів із різних класів. Зокрема із трематод виявлено *Alaria alata* та *Brachylaima* sp., із цестод – *Mesocestoides* sp., *Taenia crassiceps*, *Taenia pisiformis*, *Taenia polyacantha*, *Dipylidium caninum*, *Taenia ovis*, *Taenia hydatigena*, із нематод – *Uncinaria stenocephala*, *Ancylostoma caninum*, *Toxocara canis*, *Trichuris vulpis*, *Pterigodermatites affinis*. Ще у двох лисиць виявлено серцевих дирофілярій виду *Dirofilaria immitis*. Учені стверджують, що руда лисиця є резервуарним хазяїном зоонозних, а в окремих випадках і зооантропонозних гельмінтозів [18].

У Нідерландах науковці провели комплексне дослідження під час якого вивчали роль домашніх собак, домашніх і бродячих кішок, а також

лисиць у забрудненні довкілля яйцями збудника поширеного зооантропонозного нематодозу – токсокарозу. До речі, у цій країні бродячих собак немає. Встановлено, що на долю домашніх собак припадало 39 % виявлених яєць, бродячих кішок – 27 %, домашніх кішок – 19 %, а лисиць – 15 %. На підставі отриманих даних учені довели, що регулярні лікувально-профілактичні дегельмінтизації домашніх собак і кішок навряд чи призведуть до зниження забруднення довкілля яйцями токсокар тому, що важлива роль у цьому процесі належить бродячим кішкам та лисицям [19].

Вивчення гельмінтофауни серед диких лисиць у 2000–2017 роках у Сумській області, що розташована у Поліській та Лісостеповій природничих зонах проводили й українські вчені. При постмортальному дослідженні 45-ти лисиць у дев'яти із них (20,0 %) виявлено трематод виду *Alaria alata*, у семи (15,6 %) – цестод *Tetratirotaenia polyacantha*, у двох (4,4 %) – *Taenia crassiceps*, у однієї (2,2 %) – *Mesocestoides lineatus*. У семи лисиць виявили змішаний перебіг інвазій [20].

Підтверджують актуальність і дослідження італійських вчених, які зазначають, що останніми десятиліттями в європейських країнах спостерігається збільшення чисельності звичайних лисиць в антропоізованих місцях проживання, не є винятком і Італія. Така поведінка хижаків впливає на передачу хвороб між дикими і домашніми тваринами. Вони стверджують, що існують докази ролі лисиць як резервуарів широкого спектру паразитів, що можуть заражати й домашніх тварин. Так, при дослідженні носових ходів і пахух 179-ти звичайних лисиць з північної та центральної Італії, 30,7 % тварин були інвазовані позакишковими нематодами з підродина *Capillariinae* виду *Eucoleus boehmi*, що свідчить про значне поширення цього збудника в популяціях звичайних лисиць. Потребують додаткового вивчення епізоотологічні аспекти щодо ролі диких хижаків у щораз більшій захворюваності на назальний еуколеоз домашніх собак [21]. Ця публікація свідчить про те, що лисиці можуть переносити збудників не лише добре відомих і вивчених захворювань, додаткового і більш ретельного дослідження потребує вивчення паразитофауни звичайних лисиць і їхньої ролі у поширенні збудників інвазій серед домашніх тварин.

Висновки

1. Гельмінтози виявлено у 70 % досліджених рудих (звичайних) лисиць з Харківського району Харківської області. Мікстинвазії реєстрували у 85,7 % тварин, моноінвазії – у 14,3 %.

2. Збудників зооантропонозів: дирофіляріоз, токсокароз і дипілідіоз виявлено у трьох рудих лисиць, екстенсивність їх інвазування склала по 10 %. Крім того, у тварин реєстрували: токсокароз (20 %), унцинаріоз (30 %), трихуроз (20 %), трихуратози (30 %), аляріоз (60 %), дипілідіоз (10 %), ізоспориноз (10 %).

3. Гельмінтоовоскопічними дослідженнями у снота уссурійського діагностовано мікстинвазію – токсокарозно-унцинаріозно-аляріозну з переважанням збудників *Uncinaria* sp.

4. За результатами повного гельмінтологічного розтину кишечника тварин не виявлено дрібних нематод *Uncinaria* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., трематод *Alaria alata*, а також аскарид *Toxascaris leonina* у однієї з двох інвазованих рудих лисиць за низького ступеня інтенсивності інвазії. Отже, гельмінтовооскопічні дослідження фекалій доцільно проводити перед повним гельмінтологічним розтином.

Зважаючи на актуальність цього питання, в перспективі необхідно продовжувати вивчення гельмінтофауни рудих лисиць в динаміці тому, що зростання кількості випадків сказу серед домашніх тварин свідчить про те, що почастишали їх контакти з дикими хижакими, а це може призвести до інвазування собак і котів спільними гельмінтозами.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Al-Sabi, M. N., Chriél, M., Jensen, T. H., & Enemark, H. L. (2013). Endoparasites of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark 2009–2012 – A comparative study. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 2, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2013.04.001>
2. Magi, M., Guardone, L., Mignone, W., Prati, M. C., & Macchioni, F. (2016). Intestinal helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-west Italy. *Helminthologia*, 53 (1), 31–38. <https://doi.org/10.1515/helmin-2015-0073>
3. Marchiori, E., Obber, F., Celva, R., Marcer, F., Danesi, P., Maurizio, A., Cenni, L., Massolo, A., Citterio, C. V., & Cassini, R. (2023). Comparing copromicroscopy to intestinal scraping to monitor red fox intestinal helminths with zoonotic and veterinary importance. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1085996>
4. Miljević, M., Bjelić Čabrillo, O., Simin, V., Čabrillo, B., Bogač Miljević, J., & Lalošević, D. (2019). Significance of the red fox as a natural reservoir of intestinal zoonoses in Vojvodina, Serbia. *Acta Veterinaria Hungarica*, 67 (4), 561–571. <https://doi.org/10.1556/004.2019.055>
5. Schuster, R. K., & Shimalov, V. V. (2017). A comparative study of helminths of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) and red foxes (*Vulpes vulpes*) sharing the same territory. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 7 (12), 708–714. <https://doi.org/10.12980/apjtd.7.2017D7-259>
6. Tylkowska, A., Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., & Pilarczyk, R. (2021). The prevalence of intestinal nematodes among red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-western Poland. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 63, 19. <https://doi.org/10.1186/s13028-021-00584-0>
7. Liulin, P., Bogach, M., Nikiforova, O., Mazannyi, O., Fedorova, H., & Prykhodko, Yu. (2022). Biodiversity and interaction of pathogens of parasitofauna of domestic and wild carnivores under conditions of urbanized and natural ecosystems of eastern region of Ukraine. *Bulletin "Veterinary Biotechnology"*, 40, 70–81. https://doi.org/10.31073/vet_biotech40-07
8. Mazannyi, O., Liulin, P., & Nikiforova, O. (2023). Endoparasitoses of the red fox (*Vulpes vulpes*) in the North of the Kharkiv district. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 97–102. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.18>
9. Prykhodko, Yu. O., Byrka, V. I., Fedorova, O. V., Ponomarenko, V. Ya., Mazannyi, O. V., Ponomarenko, A. M., & Nikiforova, O. V. (2017). *Laboratorna diahnozyka invaziynykh khvorob tvaryn (metodychni rekomendatsii)*. Kharkiv [in Ukrainian]
10. Ponomar, S. I., Soroka, N. M., Nebeshchuk, O. D., Honcharenko, V. P., Semenka, O. V., & Ponomar, Z. S. (2015). *Dovidnyk z vyznachennia helmintiv tvaryn*. Bila Tserkva [in Ukrainian]
11. Ponomar, S. I., Honcharenko, V. P., & Soloviova, L. M. (2010). *Dovidnyk z dyferentsiuvannia zbudnykiv invaziynykh khvorob tvaryn*. Kyiv [in Ukrainian]
12. Ponomar, S. I., Artemenko, L. P., Lytvynenko, O. P., & Honcharenko, V. P. (2011). *Dovidnyk z laboratornykh metodiv diahnozyky invaziynykh khvorob tvaryn*. Bila Tserkva [in Ukrainian]
13. Dovhii, Yu. Yu., Soroka, N. M., Dubova, O. A., Feshchenko, D. V., & Bakhur, T. I. (2014). *Parazytarni khvoroby miasoidnykh tvaryn. Helmintozy*. Zhytomyr [in Ukrainian]
14. Kritska, V., & Tokar, Yu. (2024). Na Kharkivshchyni z pochatku 2024 roku zafiksuvaly 10 vypadkiv skazu tvaryn. Naibilshе – v Lozivskomu raioni. *Suspilne. Novyny*. Retrieved from: <https://suspilne.media/659012-na-harkivsini-z-pocatku-2024-roku-zafiksuvali-10-vipadkiv-skazu-tvarin-najbilshе-v-lozivskomu-rajoni/> [in Ukrainian]
15. Karamon, J., Dabrowska, J., Kochanowski, M., Samorek-Pierog, M., Sroka, J., Rozycki, M., Bilka-Zajac, E., Zdybel, J., & Cencek, T. (2018). Prevalence of intestinal helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in central Europe (Poland): A significant zoonotic threat. *Parasites & Vectors*, 11, 436. <https://doi.org/10.1186%2Fs13071-018-3021-3>
16. Karamon, J., Sroka, J., Dąbrowska, J., Bilka-Zajac, E., Skrzypek, K., Różycki, M., Zdybel, J., & Cencek, T. (2020). Distribution of Parasitic helminths in the small intestine of the red fox (*Vulpes vulpes*). *Pathogens*, 9 (6), 477. <https://doi.org/10.3390/pathogens9060477>
17. Jankovska, I., Brozova, A., Mateju, Z., Langrova, I., Lukesova, D., & Sloup, V. (2016). Parasites with possible zoonotic potential in the small intestines of red foxes (*Vulpes vulpes*) from Northwest Bohemia (CzR). *Helminthologia*, 53, 290–293. <https://doi.org/10.1515/helmin-2016-0028>
18. Fiocchi, A., Gustinelli, A., Gelmini, L., Rugna, G., Renzi, M., Fontana, M. C., & Pogliayen, G. (2016). Helminth parasites of the red fox *Vulpes vulpes* (L., 1758) and the wolf *Canis lupus italicus* Altobello, 1921 in Emilia-Romagna, Italy. *Italian Journal of Zoology*, 83 (4), 503–513. <https://doi.org/10.1080/11250003.2016.1249966>
19. Nijse, R., Mughini-Gras, L., Wagenaar, J. A., Franssen, F., & Ploeger, H. W. (2015). Environmental contamination with *Toxocara* eggs: a quantitative approach to estimate the relative contributions of dogs, cats and foxes, and to assess the efficacy of advised interventions in dogs. *Parasites & Vectors*, 8, 397. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1009-9>
20. Yemets, O., & Yemets, M. (2019). Alarthritis of carnivores and its emergent form in human. *Scientific Horizons*, 8 (81), 30–35. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-81-8-30-35>
21. Veronesi, F., Morganti, G., Di Cesare, A., Lepri, E., Cassini, R., Zanet, S., Deni, D., Chiari, M., & Ferroglio, E. (2014). Euculeus boehmi infection in red fox (*Vulpes vulpes*) from Italy. *Veterinary Parasitology*, 206 (3–4), 232–239. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.10.001>

ORCID

- O. Mazannyi  <https://orcid.org/0000-0002-4442-4011>
O. Nikiforova  <https://orcid.org/0000-0001-5586-5886>
P. Liulin  <https://orcid.org/0000-0001-6718-958X>
A. Antipov  <https://orcid.org/0000-0003-3955-3377>



© 2024 Mazannyi O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Visual diagnostics of pancreatic pathology in cats

Yu. Dereza  | N. Kanivets

Article info

Correspondence Author

Yu. Dereza

E-mail:

fedorchak96@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine**Citation:** Dereza, Yu., & Kanivets, N. (2024). Visual diagnostics of pancreatic pathology in cats. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 162–166. doi: 10.31210/spi2024.27.01.27

Pathologies of the pancreas are fairly common diseases in domestic cats, in particular, inflammation of the pancreas. Timely diagnosis allows determining the optimal method of treatment, which determines the relevance of research in this area. The purpose of the work presented in this article is to substantiate the informative value of various non-invasive methods for diagnosing pancreatitis in domestic cats. General clinical (examination, palpation, thermometry, auscultation, etc.), radiographic and ultrasonographic methods of examination were used in the examination of domestic cats. The article presents the results of a study of cats with pancreatitis of different ages (from 1 to 15 years), breeds (purebred, Siamese, Oriental, Scottish Fold), and sex (male, female). It was found that the characteristic signs of the disease were dehydration (83%), ano/hyporexia (87.5%), emaciation (84%), vomiting (75%), and abdominal pain (65%). The ultrasonographic examination revealed an unevenly thickened hypoechoic pancreas surrounded by a hypoechoic fluid in a significant number of patients, the duodenal wall tangential to the pancreas was thickened and folded. According to the results of ultrasonography, it is difficult to differentiate between acute and chronic pancreatitis in domestic cats, since the presence of hyperechogenicity of the pancreatic parenchyma indicates fibrosis of its tissue and was observed in chronic pancreatitis, but not often. According to the results of radiography, no changes in the abdominal organs or loss of their architectonics were detected, which made it possible to exclude individual causes of gastrointestinal disorders. The practical significance of the work is to obtain new scientific knowledge about the development of pancreatitis in domestic cats depending on the course of the disease, monitoring the condition of animals, and prospects for providing preferences in the treatment of sick animals with its complications.

Keywords: pancreatitis, domestic cat, ultrasonography, clinical signs, radiography.

Візуальна діагностика за патології підшлункової залози у котів

Ю. Ф. Дереза | Н. С. Канівець

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Патології підшлункової залози є досить поширеними захворюваннями у свійських котів, зокрема запалення підшлункової залози. Вчасна діагностика дозволяє обрати оптимальний метод лікування тварини, що визначає актуальність досліджень у цій сфері. Метою роботи є обґрунтування інформативності різних неінвазивних методів діагностики панкреатиту у свійських котів. У обстеженні свійських котів використано загальноклінічні (огляд, пальпація, термометрія, аускультація тощо), рентгенографічні та ультразвукографічні методи дослідження. У статті наведено результати дослідження хворих на панкреатит котів різного віку (від 1 до 15 років), порід (безпорідні, сіамська, орієнтал, шотландська висловуха), статі (кіт, кішка). Встановлено, що характерними ознаками захворювання були дегідратація (83%), ано-/гіпорексія (87,5%), виснаження (84%), блювання (75%), болочість черева (65%). За умови ультасонографічного дослідження виявлено нерівномірно потовщену гіпоехогенну підшлункову залозу оточену у значній кількості хворих тварин рідиною гіпоехогенної щільності, стінка дванадцятипалої кишки дотична до підшлункової залози була потовщеною, складчастою. За результатами ультасонографії складно диференціювати гострий та хронічний панкреатит у свійських котів, оскільки наявність гіперехогенності паренхіми підшлункової залози вказує на фіброз її тканини і спостерігалася за наявності хронічного панкреатиту, але не часто. За результатами рентгенографії змін в органах черевної порожнини, або втрат їх архітектоніки не виявлено, що дозволило виключити окремі причини розладів роботи шлунково-кишкового тракту. Практичне значення роботи полягає в отриманні нових наукових знань щодо розвитку панкреатиту у свійських котів залежно від перебігу захворювання, моніторингу стану тварин, перспектив у наданні переваг при лікуванні хворих тварин у разі його ускладнення.

Ключові слова: панкреатит, свійський кіт, ультасонографія, клінічні ознаки, рентгенографія.**Бібліографічний опис для цитування:** Дереза Ю. Ф., Канівець Н. С. Візуальна діагностика за патології підшлункової залози у котів. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 162–166.

Вступ

Патології підшлункової залози є досить поширеними захворюваннями у свійських котів, зокрема запалення підшлункової залози. Проте цю хворобу часто не діагностують, оскільки клінічні прояви панкреатиту в котів неспецифічні порівняно з собаками. Лікування хворих на панкреатит котів залишається складним, а повне одужання на сучасному етапі – неможливе. Водночас поява та доступність оглядовості (ультрасонографія, контрастна рентгенографія, комп'ютерна томографія тощо), неінвазивних та малоінвазивних тестів діагностики панкреатиту в котів можуть допомогти у постановці діагнозу, тому обрана тема досліджень є актуальною.

Forman M. зі співавторами (2021) в узагальнювальній роботі зазначили, що у 67 % із 115-ти свійських котів при розтині встановлено властиві панкреатиту гістологічні зміни [1]. Етіологія панкреатиту у котів загалом невідома [2]. Однак на відміну від собак роль харчової поведінки у розвитку захворювання підшлункової залози в котів наукового обґрунтування не має. Специфічні інфекційні причини панкреатиту в цих тварин, які потребують уваги, – токсоплазмоз та опісторхоз [3, 4]. Інші причини гострого панкреатиту в котів – загальна анестезія в недавньому анамнезі, гіпоксія на фоні періодів гострої серцевої недостатності, інтоксикація фосфорорганічними сполуками [5]. Герпесвірус, коронавірус котів (збудник FIP) і вірус панлейкопенії також відносять до переліку потенційних факторів панкреатиту [6], однак наукових даних, що це підтверджують, недостатньо.

Вирішальне значення в постановці діагнозу має вибір методів дослідження тварини. Діагностувати панкреатит у свійських котів у деяких випадках буває складно, оскільки клінічні ознаки, дані лабораторних досліджень та результати візуальних методів діагностики у разі запалення підшлункової залози носять неспецифічний характер. Різні методи візуалізації, що з'явилися у ветеринарії дрібних тварин останніми роками, відкриють виняткові можливості для діагностики підшлункової залози.

Мета дослідження

Метою цього дослідження було охарактеризувати переваги та недоліки різних методів діагностики панкреатиту в котів.

Завдання: визначення за допомогою ультрасонографії та рентгенографії змін клінічного стану хворих на панкреатит котів та структури підшлункової залози у разі запалення.

Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2022–2023 років на базі клінік ветеринарної медицини м. Полтави, а саме клініка ветеринарної медицини при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавського державного аграрного університету, клінік ветеринарної медицини «EcoCentrLokes» та

«Ветеринарний будиночок». У дослідну групу увійшли спонтанно хворі свійські коти, що надходили до вищезазначених клінік. Для проведення досліджень було відібрано 24 тварини з ознаками панкреатиту:

- Молоді, дорослі коти (1 – 6 років) – 8 гол.
- Зрілі коти (7 – 11 років) – 10 гол.
- Старші коти (12 – 15 років) – 6 гол.

З них, безпорідних котів – 17 гол., сіамської породи – 2 гол., орієнтальної породи – 3 гол., шотландської висловухої породи – 2 гол.

При дослідженні тварин проведено первинний огляд, під час якого звертали увагу на опис поведінки тварини зі слів власника, надавали оцінку загального стану: тургор шкіри, визначали температуру тіла, досліджували видимі слизові оболонки; проводили аускультацию серця та легень, пальпацію черевної стінки, рентгенографію та ультразвукову діагностику органів черевної порожнини.

За допомогою оглядової рентгенографії виключали зміни архітекtonіки органів черевної порожнини. Ультразвукове дослідження (УЗД) органів черевної порожнини проводили апаратом ультразвукової діагностики HEALICOM HUC-570 за допомогою мікроконвексного датчика, що має частоту 5–10 МГц. Перед плановим проведенням УЗД черевної порожнини котам і собакам рекомендована голодна дієта 8–10 годин (окрім кошенят/цуценят та тварин із захворюваннями, при яких протипоказано голодування), пероральний прийом сорбентів та проведення підготовки акустичних вікон – видалення шерсті. При гострих станах ультразвукове дослідження котам можна проводити без голодної дієти, але це може позначитися на отриманих результатах. Положення тварини під час ультразвукової діагностики органів черевної порожнини – дорсальне.

Для ідентифікації і початкового дослідження підшлункової залози у свійських котів датчик розташовували в поперечній площині на краніальній частині черевної стінки. Ворітна вена візуалізується в поперечній проекції як анехогенна структура з протоком крові при доплерівському дослідженні. Проводивши датчиком уздовж ворітної вени до рівня каудального кордону шлунку, візуалізуємо тіло підшлункової залози, розташоване вентральніше кровоносної судини. Протока підшлункової залози знаходиться в її центральній частині у вигляді анехогенної трубчастої структури. На відміну від сусідніх до підшлункової залози органів у її протоці не виявлено потоку рідини при доплерівському дослідженні.

Результати досліджень оброблені статистично з використанням програми Microsoft Office Excel.

Результати та їх обговорення

У результаті клінічного дослідження хворих на панкреатит котів виявили неспецифічні зміни, які характеризувались у більшості хворих виснаженням (84 %), дегідратацією (83 %), ано-/гіпорексією (87,5 %), блюванням (75 %) та болочістю черева (65 %; рис. 1).

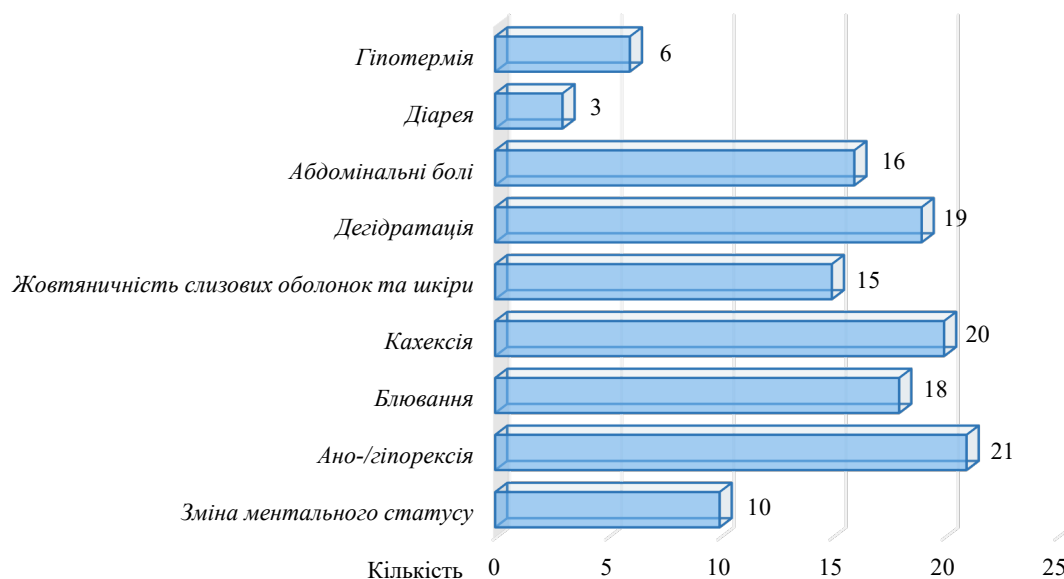


Рис. 1. Клінічні ознаки панкреатиту в котів, n=24

Болючість у 65 % хворих котів спостерігали під час пальпації черева. На відміну від людей, абдомінальні болі в ділянці підшлункової залози яких є характерною ознакою, в котів часто може бути дискомфорт у череві [1], що проявляється переважно у разі натискання на живіт тварини (прогладування господарем, пальпація ветеринарним лікарем тощо).

У поодиноких випадках за наявності панкреатиту в котів реєстрували зниження температури тіла (25 %) та діарею (13 %). На відміну від котів, у собак діарея у разі панкреатиту реєструється у 58 % хворих [7] і є однією із характерних ознак захворювання. Деякі автори у своїх дослідженнях пояснюють це тим, що окремі клінічні ознаки можуть виникати за умови розвитку супутніх захворювань. Видимі клінічні ознаки за наявності панкреатиту в котів у кожному випадку є індивідуальними і впливають на тяжкість перебігу хвороби [8].

Хоча за допомогою рентгенографії важко отримати підтвердження панкреатиту в котів та й даних цих досліджень у літературі недостатньо, однак рентгенографія дозволяє виключити деякі інші причини нечітких ознак шлунково-кишкових розладів. За умови дослідження, наведеного в цій статті, втрати деталей у будові внутрішніх органів хворих на панкреатит котів, або наявність об'ємного утворення, не виявили. Підшлункову залозу в нормі на рентгенограмі ідентифікувати неможливо, оскільки вона замала [9]. У деяких котів із надмірною масою тіла та значною кількістю внутрішньо-черевного жиру ліва частка підшлункової залози візуалізується поруч із середньою частиною селезінки, прилягаючи до краніального полюса правої нирки, однак це не є патологічним утворенням [10]. Allan та ін. (2021) у своїх дослідженнях зауважили, що рентгенографія за наявності панкреатиту може супроводжуватися непрямими змінами (зниженням чіткості серозної оболонки у краніальних відділах

черевної порожнини, збільшенням пілородуоденального кута, розширенням просвіту дванадцятипалої кишки газами внаслідок індукції вторинної функціональної кишкової непрохідності). Крім того, деякі пухлини підшлункової залози здатні мінералізуватись, тому у краніальному відділі черевної порожнини на рентгенограмі відмічається рентгеноконтрастне об'ємне утворення [11].

Сонографічна оцінка панкреасу, зокрема за умови діагностики гострого перебігу панкреатиту та оцінки наслідків хвороби з супутнім захворюванням має значення, тому проведення ультрасонографічного дослідження хворих котів є важливим.

У нормі підшлункова залоза дискретно гетерогенна, як правило, дещо гіпоехогенна по відношенню до навколишньої жирової тканини, її межі визначаються нечітко [12]. У котів вона може бути ізоехогенна щодо навколишньої жирової тканини. Під час обстеження підшлункової залози необхідно ідентифікувати специфічні орієнтири [13]. Для оцінки правої частки важливо візуалізувати дванадцятипалу кишку, від правої нирки каудально.

За умови ультразвукового дослідження клінічно здорових котів протока підшлункової залози була фізіологічно розширена, що збігається з результатами інших дослідників. Зокрема, існують повідомлення про те, що у літніх котів протока панкреаса може в діаметрі сягати 3 мм; на рівні основного сосочка дванадцятипалої кишки протока підшлункової залози приєднується до загальної жовчної протоки [14]. Тіло підшлункової залози розташоване вентральніше за ворітну вену, між шлунком та поперечною ободовою кишкою [15]. Ліву частку підшлункової залози візуалізували латерально від низхідної ободової кишки каудальніше дна шлунка, медіальніше селезінки і краніальніше краніального полюса лівої нирки, зважаючи на видимість протоки підшлункової залози (рис. 2). Товщина підшлункової залози у здорових котів не перевищувала 1 см.

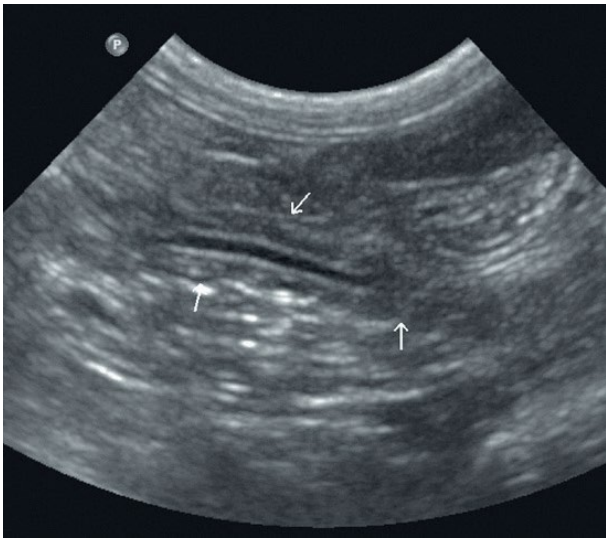


Рис. 2. Ультрасонограма підшлункової залози клінічного здорового кота (вік 3 роки)

За умови ультразвукової діагностики підшлункової залози у хворих на панкреатит котів орган візуалізувався гіпоехогенно, мав неоднорідне потовщення та був переважно оточений гіперехогенним та розрідженим шаром жирової тканини. У окремих котів (n=10) поблизу підшлункової залози візуалізували накопичення рідини, яка мала гіпоехогенну щільність (рис. 3). Прилегла стінка дванадцятипалої кишки у хворих котів відмічалась потовщеною, складчастою, а її шари – нечіткими. У 16 тварин обстеження підшлункової залози було утруднене через біль у черевній порожнині, тому котів попередньо знеболити анальгетиком.

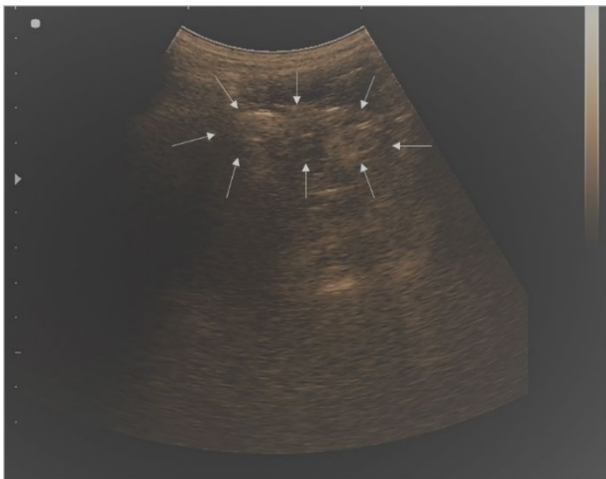


Рис. 3. Ультрасонограма кота за панкреатиту (вік 1,8 років)

Auger et al., (2021) у своїх дослідженнях відмічали, що хронічний панкреатит розпізнати складно, адже він характеризується появою в паренхімі підшлункової залози гетерогенних ділянок та прилеглих до неї осередків гіперехогенної жирової тканини. Вузлова гіперплазія зазвичай спостерігається у літніх кішок і візуально має гіпоехогенні чітко відокремлені вузлики діаметром менше 1 см [16].

В одному випадку за умови ультрасонографії кота було встановлено новоутворення підшлункової залози, яке на дисплеї ультразвукового апарату відображалось гіпоехогенним, злегка неоднорідним утворенням, яке спотворювало (втрачало чіткість) контури органу (рис. 4).



Рис. 4. Ультрасонограма кота при новоутворенні підшлункової залози (відмежований гіпоехогенний вузлик; вік 10 років)

У літературі є повідомлення про те, що злоякісні пухлини підшлункової залози можуть супроводжуватися канцероматозом, який характеризується накопиченням рідини в черевній порожнині, дисемінацією гіпоехогенних вузликів усередині брижі та по очеревині. Інсуліноми переважно проявляються дрібними гіпоехогенними вузликами, візуалізувати їх іноді важко. Часто раніше первинної пухлини спостерігають метастази у печінці або прилеглі лімфатичні вузли [17–20].

Висновки

За умови клінічного дослідження у котів з панкреатитом відсутні специфічні ознаки, однак у більшості хворих тварин проявляються розлади в роботі апарату травлення (ано-/гіпорексія, дегідратація, виснаження, блювання, болочість черева). Рентгенографічно втрати деталей у будові внутрішніх органів відсутні. За умови ультрасонографічного дослідження підшлункова залоза у котів з панкреатитом візуалізується гіпоехогенно, в окремих випадках з накопиченням рідини гіпоехогенної щільності та складчастістю і потовщенням стінки дванадцятипалої кишки. Патологія підшлункової залози досить поширена у свійських котів та діагностично складна. Успішне лікування пацієнтів із патологією підшлункової залози значною мірою залежить від своєчасної, якісної та комплексної діагностики. Діагностична візуалізація вкрай важлива при обстеженні підшлункової залози, але

ветеринарний лікар повинен бути добре знайомий з нормальною анатомією та зовнішнім виглядом органу при вибраному методі візуалізації. Необхідно також пам'ятати про обмеження цих методів; однак переважно при правильному стандартизованому підході вдається досягти позитивних результатів.

Перспективою подальших досліджень є діагностика котів з панкреатитом за умови лабораторних досліджень крові (морфологічних, біохімічних).

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Forman, M. A., Steiner, J. M., Armstrong, P. J., Camus, M. S., Gaschen, L., Hill, S. L., Mansfield, C. S., & Steiger, K. (2021). ACVIM consensus statement on pancreatitis in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (2), 703–723. <https://doi.org/10.1111/jvim.16053>
2. Černá, P., Kilpatrick, S., & Gunn-Moore, D. A. (2020). Feline comorbidities: What do we really know about feline triaditis?. *Journal of feline Medicine and Surgery*, 22 (11), 1047–1067. <https://doi.org/10.1177/1098612X20965831>
3. Sioutas, G., Symeonidou, I., Gelasakis, A. I., Tzirinis, C., & Papadopoulos, E. (2022). Feline toxoplasmosis in Greece: a Countrywide seroprevalence study and associated risk factors. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 11 (12), 1511. <https://doi.org/10.3390/pathogens11121511>
4. Köster, L. S., Shell, L., Ketzis, J., Rajeev, S., & Illanes, O. (2017). Diagnosis of pancreatic disease in feline platynosomosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 19 (12), 1192–1198. <https://doi.org/10.1177/1098612X16685676>
5. Mansfield, C. (2016). The challenges of pancreatitis in cats. *August's Consultations in Feline Internal Medicine*, 7, 169–179. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-22652-3.00015-3>
6. Capozza, P., Pratelli, A., Camero, M., Lanave, G., Greco, G., Pellegrini, F., & Tempesta, M. (2021). Feline coronavirus and alpha-herpesvirus infections: innate immune response and immune escape mechanisms. *Animals*, 11 (12), 3548. <https://doi.org/10.3390/ani11123548>
7. Milastnaia, A., & Dukhnitsky, V. (2019). Clinical and pathogenetic changes in dogs with chronic pancreatitis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (94), 174–178. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9432>
8. Bazelle, J., & Watson, P. (2014). Pancreatitis in cats: is it acute, is it chronic, is it significant?. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 16 (5), 395–406. <https://doi.org/10.1177/1098612X14523186>
9. Spillmann, T., Willard, M. D., Ruhnke, I., Suchodolski, J. S., & Steiner, J. M. (2013). Feasibility of endoscopic retrograde cholangiopancreatography in healthy cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 55 (1), 85–91. <https://doi.org/10.1111/vru.12086>
10. Armstrong, P. J., & Williams, D. A. (2012). Pancreatitis in cats. *Topics in Companion Animal Medicine*, 27 (3), 140–147. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2012.09.001>
11. Allan, F., Peschard, A.-L., Schiavo, L., Bayton, W., Corbetta, D., & McCallum, K. E. (2021). Obstructive pancreatolithiasis in a cat with triaditis and concurrent hypercalcaemia. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 7 (1), 205511692199849. <https://doi.org/10.1177/2055116921998494>
12. Larson, M. M. (2016). Ultrasound Imaging of the hepatobiliary system and pancreas. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 46 (3), 453–480. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.12.004>
13. Nivy, R., Kaplanov, A., Kuzi, S., Mazaki-Tovi, M., Yas, E., Segev, G., Ben-Oz, J., Lavy, E., & Aroch, I. (2018). A retrospective study of 157 hospitalized cats with pancreatitis in a tertiary care center: Clinical, imaging and laboratory findings, potential prognostic markers and outcome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32 (6), 1874–1885. <https://doi.org/10.1111/jvim.15317>
14. Diana, A., Linta, N., Cipone, M., Fedone, V., Steiner, J. M., Fracassi, F., Grandis, A., & BaronToaldo, M. (2015). Contrast-enhanced ultrasonography of the pancreas in healthy cats. *BMC Veterinary Research*, 11 (1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0380-2>
15. Burti, S., Zotti, A., Rubini, G., Orlandi, R., Bargellini, P., Bonsembiante, F., Contiero, B., Marcuzzi, M., & Banzato, T. (2022). Contrast-enhanced ultrasound features of focal pancreatic lesions in cats. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.986948>
16. Auger, M., Fazio, C., Steiner, J. M., Penninck, D. G., Levine, G. J., Griffin, J. F., & Springer, C. M. (2021). Abdominal ultrasound and clinicopathologic findings in 22 cats with exocrine pancreatic insufficiency. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (6), 2652–2661. Portico. <https://doi.org/10.1111/jvim.16267>
17. Marsilio, S., Freiche, V., Johnson, E., Leo, C., Langerak, A. W., Peters, I., & Ackermann, M. R. (2023). ACVIM consensus statement guidelines on diagnosing and distinguishing low-grade neoplastic from inflammatory lymphocytic chronic enteropathies in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37 (3), 794–816. <https://doi.org/10.1111/jvim.16690>
18. Febo, E., Del Signore, F., Bernabò, N., Paolini, A., Simeoni, F., De Bonis, A., Rosto, M., Canal, S., & Vignoli, M. (2023). Ultrasonography and Sonoelastography Characteristics of Benign vs. Malignant Mesenteric Lymph Nodes in Cats: An Update. *Animals*, 13 (16), 2664. <https://doi.org/10.3390/ani13162664>
19. Törner, K., Staudacher, M., Steiger, K., & Aupperle-Lellbach, H. (2020). Clinical and pathological data of 17 non-epithelial pancreatic tumors in cats. *Veterinary Sciences*, 7 (2), 55. <https://doi.org/10.3390/vetsci7020055>
20. Aupperle-Lellbach, H., Törner, K., Staudacher, M., Müller, E., Steiger, K., & Klopffleisch, R. (2019). Characterization of 22 canine pancreatic carcinomas and review of literature. *Journal of Comparative Pathology*, 173, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2019.10.008>

ORCID

Yu. Dereza  <https://orcid.org/0000-0001-9851-252X>
N. Kanivets  <https://orcid.org/0000-0001-9520-2999>



© 2024 Dereza Yu. and Kanivets N. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Efficiency of modern methods of coproovoscopy for nematodiosis in cattle

V. Ponomarenko✉

Article info

Correspondence Author

V. Ponomarenko

E-mail:

vadponomarenko@aol.comPoltava State Agrarian
University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Ponomarenko, V. (2024). Efficiency of modern methods of coproovoscopy for nematodiosis in cattle. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 167–172. doi: 10.31210/spi2024.27.01.28

Timely laboratory diagnosis of nematodiosis of the gastrointestinal tract of animals allows timely prevention of the spread of infestation and the development of necessary and effective preventive measures, which is one of the important reserves for increasing the profitability of animal husbandry. An accurate diagnosis can be established under the conditions of identifying the causative agents of invasive diseases. When establishing a diagnosis of nematodiosis, lifelong studies, namely coproovoscopic ones, based on the detection of nematode eggs by their flotation, are decisive. The aim of the research was to establish the effectiveness of modern coproovoscopic methods for nematodiosis in cattle. Four flotation methods were tested under experimental conditions, namely: Kotelnikov-Khrenov's (using an ammonium nitrate solution), Mallory's (using a sugar solution), Dakhno's (using bischofite) and Melnychuk's (using a calcium nitrate solution) under exposures of 10, 15 and 20 minutes. The conducted studies established a high diagnostic efficiency for nematodiosis of cattle of the modern method according to Melnychuk, where the average number of nematode eggs detected in 1 g of feces was 51.8 specimens after exposure for 20 minutes. (with fluctuations from 36 to 76 eggs/g). This method, with exposure of 20 minutes, turned out to be more effective than the Dakhno method – by 13.9 % (infestation intensity – 44.6 eggs/g for fluctuations from 28 to 64 eggs/g), than the Mallory method – by 17.8 % (infestation intensity – 42.6 eggs/g for fluctuations from 20 to 72 eggs/g), by the Kotelnikov-Khrenov method – by 33.9 % (infestation intensity – 34.2 eggs/g for fluctuations from 20 to 48 eggs/g). It was found that the diagnostic efficiency of the methods under different exposures in the diagnosis of nematodiosis of cattle was according to Kotelnikov-Khrenov – 90–100 %, according to Mallory – 65–100 %, according to Dakhno – 95–100 %, according to Melnychuk – 100 %. The results of the conducted research proved the feasibility of using the Melnychuk method for effective diagnosis of nematodiosis in cattle, where a saturated solution of calcium nitrate is used as a flotation liquid, and the exposure time of copro samples is 15–20 min.

Key words: parasitology, cattle, coproovoscopy methods, laboratory diagnostics, efficiency.

Ефективність сучасних способів копроовоскопії за нематодірозу великої рогатої худоби

В. М. Пономаренко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Своєчасна лабораторна діагностика нематодозів шлунково-кишкового каналу тварин дозволяє своєчасно запобігти поширенню інвазії та розробити необхідні та ефективні профілактичні заходи, що є одним із важливих резервів підвищення рентабельності тваринництва. Точний діагноз може бути встановлений за умов виявлення збудників інвазійних захворювань. При виявленні діагнозу на нематодіроз визначальними є захиттєві дослідження, а саме копроовоскопічні, що засновані на виявленні яєць нематод шляхом їх флоатації. Метою досліджень було встановити ефективність сучасних копроовоскопічних методів за нематодірозу великої рогатої худоби. В експериментальних умовах проведено випробування чотирьох методів флоатації, а саме: Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Маллорі (з використанням розчину цукру), Дахно (з використанням бішофіту) та Мельничука (з використанням розчину кальцієвої селітри) при експозиціях 10, 15 та 20 хвилин. Результати проведених досліджень свідчать про високу діагностичну ефективність за наявності нематодірозу великої рогатої худоби сучасного способу за Мельничуком, де при експозиції 20 хв. середня кількість виявлених яєць нематод у 1 г фекалій становила 51,8 екз. (при коливаннях від 36 до 76 яєць/г). Цей спосіб при експозиції 20 хвилин виявився ефективнішим за метод Дахно – на 13,9 % (інтенсивність інвазії – 44,6 яєць/г при коливаннях від 28 до 64 яєць/г), за метод Маллорі – на 17,8 % (інтенсивність інвазії – 42,6 яєць/г за коливань від 20 до 72 яєць/г), за метод Котельникова-Хренова – на 33,9 % (інтенсивність інвазії – 34,2 яєць/г за коливань від 20 до 48 яєць/г). З'ясовано, що діагностична ефективність способів при різних експозиціях при діагностиці нематодірозу великої рогатої худоби становила за методами Котельниковим-Хреновим – 90–100 %, за Маллорі – 65–100 %, за Дахно – 95–100 %, за Мельничуком – 100 %. Результати проведених досліджень доводять доцільність застосування для ефективної діагностики нематодірозу великої рогатої худоби способу Мельничука, де як флоатаційну рідину використовують насичений розчин кальцієвої селітри, а термін експозиції копропроб становить 15–20 хв.

Ключові слова: паразитологія, велика рогата худоба, методи копроовоскопії, лабораторна діагностика, ефективність.

Бібліографічний опис для цитування: Пономаренко В. М. Ефективність сучасних способів копроовоскопії за нематодірозу великої рогатої худоби. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 167–172.

Вступ

Нематодіроз – одна з найпоширеніших хвороб молодняка великої рогатої худоби. В окремих регіонах світу зараженість тварин нематодірусами сягає значних показників інвазованості. Ця інвазія завдає вагомих економічних збитків тваринництву внаслідок затримки росту та розвитку тварин, зниження імунітету, особливо молодняка [1–6].

Для успішної та своєчасної боротьби з гельмінтозами необхідні знання епізоотології, зокрема термінів зараження тварин у конкретному регіоні. З цією метою важливим є своєчасне і точне діагностування хвороб. Лабораторні дослідження призначаються для скринінгу, встановлення та підтвердження діагнозу, проведення диференціальної діагностики інвазійних захворювань, визначення прогнозу, обґрунтування тактики лікування, його зміни, моніторингу або оцінки ефективності та досягнення цілей при проведенні терапії та профілактики [7–11].

Для виявлення яєць гельмінтів запропоновано методики дослідження фекалій тварин з використанням різних флотаційних розчинів (нітрат натрію та комбіновані розчини, такі як сіль/цукор, сахароза/нітрат натрію, тощо). Вони засновані на принципі вспливання яєць гельмінтів у рідинах з високою щільністю. Цього досягають унаслідок різниці питомої ваги яєць та гіпертонічних розчинів [12–14].

Гельмінтовооскопія включає чимало методів досліджень, нерівнозначних за своєю ефективністю, яка, переважно, залежить від вибору насичених розчинів для флотації та питомої ваги яєць того чи того збудника інвазії. Причому останнім часом науковці випробують, удосконалюють та адаптують способи копроовоскопії, які є простими у виконанні, покращують чутливість до тих чи тих паразитів, а також є ергономічними [15–18].

Зокрема, автори випробували ефективність копроовоскопії за простими флотаційними методиками (розчини хлориду натрію, цукру, солі/цукру, сульфату цинку, натрію хлориду), модифікованими із застосуванням центрифугування і Mini-FLOTAC при діагностуванні гельмінтозів шлунково-кишкового каналу у великої рогатої худоби. Були ідентифіковані яйця паразитів: *Strongyle* (99%), *Strongyloides papillosus* (97%), *Neoascaris vitulorum* (78%), *Trichostrongylus* (56%), *Nematodirus* (46%), *Capillaria* spp. (14%), *Trichuris* spp. (6%), *Moniezia benedeni* (24%), *Moniezia expansa* (16%), *Taenia* (3%), *Schistosoma* (3%) та ооцисти *Eimeria* (100%). Найбільш ефективним було застосування насиченої комбінованої флотаційної рідини солі/цукор, де чутливість вищезазначених методів становила відповідно 58,49%, 54,24% та 61,99% [19].

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити ефективність сучасних копроовоскопічних методів за нематодірозу великої рогатої худоби.

Матеріали і методи

Дослідження проводили упродовж 2023 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету.

Для визначення діагностичної ефективності сучасних способів копроовоскопії за наявності нематодірозу великої рогатої худоби проведено експериментальне випробування чотирьох різних способів, а саме: Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Маллорі (з використанням розчину цукру), Дахно (з використанням бішофіту) та Мельничука (з використанням розчину кальцієвої селітри) [20–23].

Для досліду використовували зразки фекалій від інвазованої нематодірусами великої рогатої худоби, що утримувалась у господарствах Полтавської області. Кожним флотаційним розчином було досліджено 20 зразків фекалій. Відстоювання зразків у кожному з флотаційних розчинів проводили при експозиції 10, 15 та 20 хвилин. Підрахунок кількості виявлених яєць нематодірусів проводили у 1 г фекалій (яєць/г).

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (M), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (p) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать, що всіма методиками було виділено у копропробах яйця нематодірусів (рис. 1).

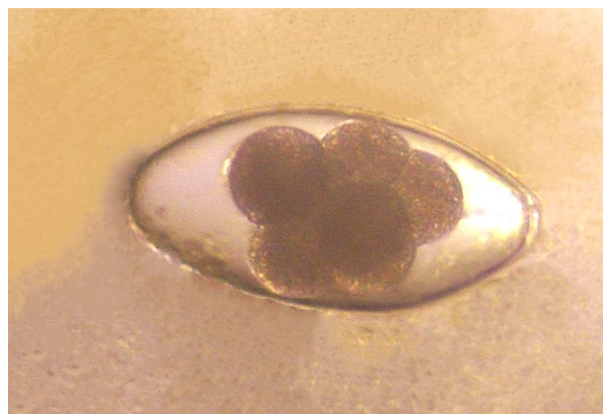


Рис. 1. Яйце нематод *Nematodirus* spp., виділене за флотаційними методиками (× 400)

З'ясовано, що діагностична ефективність способів при різних експозиціях при діагностиці нематодірозу великої рогатої худоби становила за Котельниковим-Хреновим – 90–100%, за Маллорі – 65–100%, за Дахно – 95–100%, за Мельничуком – 100% (рис. 2).

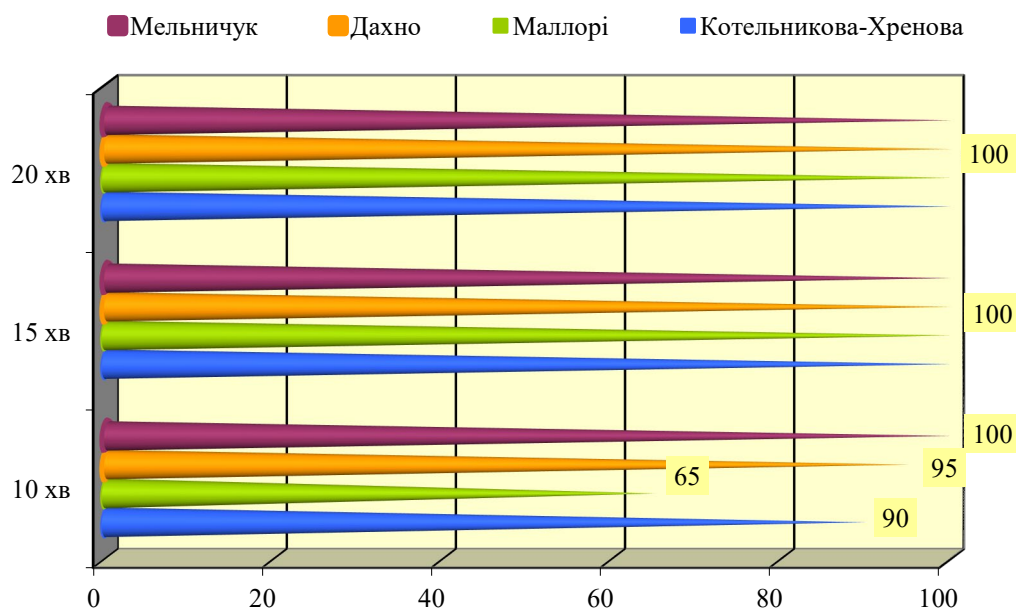


Рис. 2. Відсоток (%) позитивних зразків, виявлених за допомогою флотаційних методик залежно від експозиції

У результаті досліджень виявлено високу діагностичну ефективність за наявності нематодірозу великої рогатої худоби сучасного способу за Мельничуком, де при експозиції 10 хвилин середня кількість виявлених яєць нематод у 1 г фекалій становила $30,40 \pm 8,74$ екз. (при коливаннях від 16 до

48 яєць/г), що було більшим за метод Дахно – на 21,15 % ($23,97 \pm 9,91$ яєць/г, $P < 0,05$), за метод Маллорі – на 64,57 % ($10,77 \pm 5,26$ яєць/г, $P < 0,001$), за метод Котельникова-Хренова – на 32,01 % ($20,67 \pm 10,56$ яєць/г, $P < 0,01$) (рис. 3).

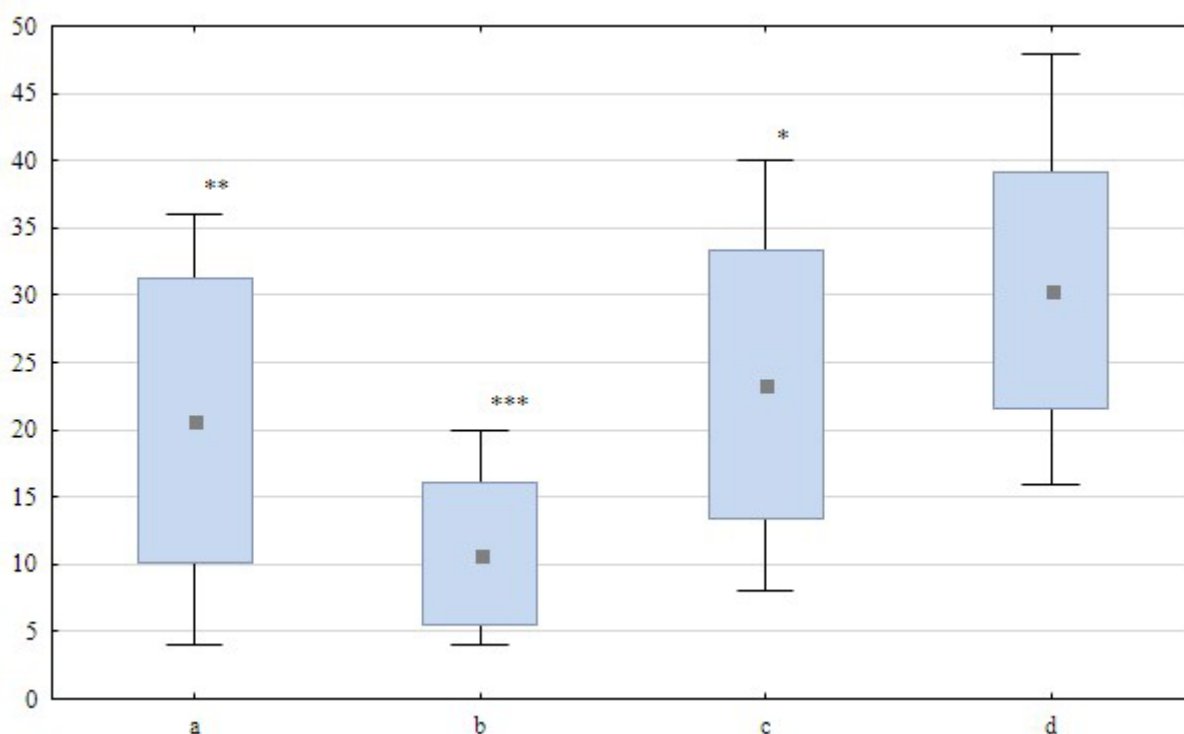


Рис. 3. Порівняльна ефективність способів копрооскопії за нематодірозу великої рогатої худоби при експозиції 10 хвилин:

a – за Котельниковим-Хреновим; b – за Маллорі; c – за Дахно; d – за Мельничуком (n=20);
* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі способом d

При експозиції 15 хвилин способом Мельничука при діагностиці нематодірозу великої рогатої худоби виявлено у 1 г фекалій $51,40 \pm 11,41$ яєць (за коливань від 36 до 72 яєць/г), що було вищим за використання методу

Дахно – на 37,35 % ($32,20 \pm 9,58$ яєць/г, $P < 0,001$), методу Маллорі – на 64,59 % ($18,20 \pm 10,26$ яєць/г, $P < 0,001$), методу Котельникова-Хренова – на 54,09 % ($23,60 \pm 9,35$ яєць/г, $P < 0,001$) (рис. 4).

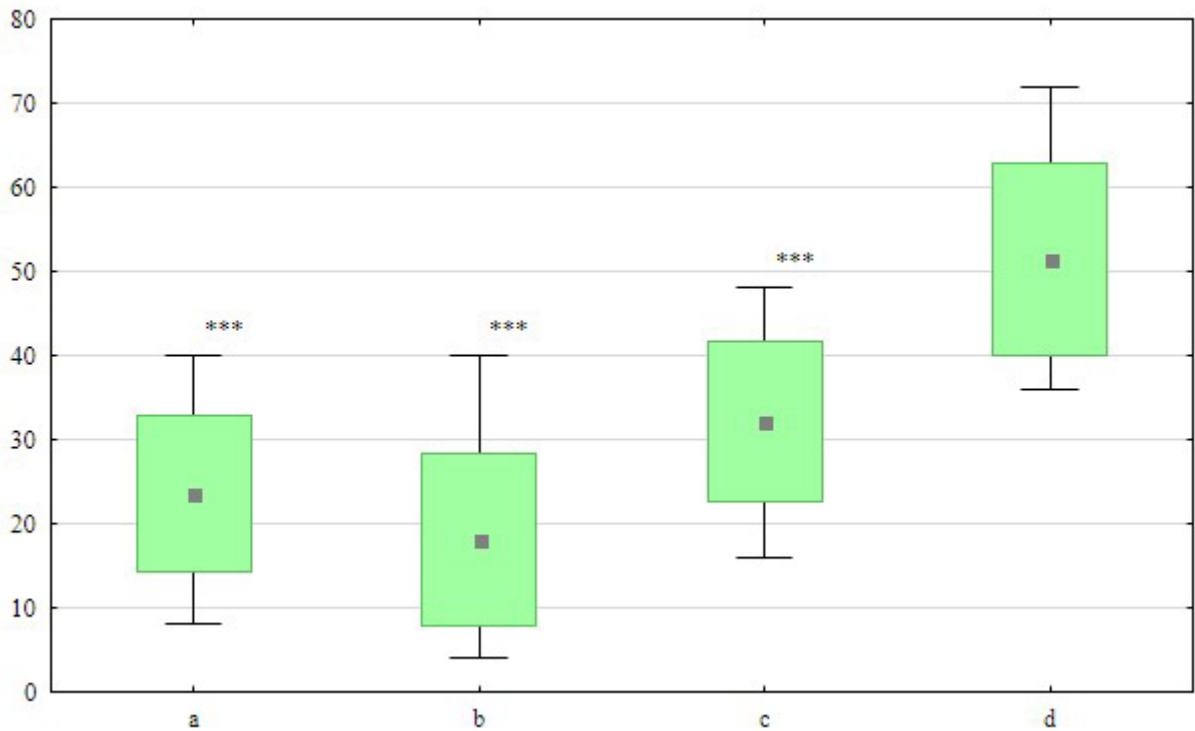


Рис. 4. Порівняльна ефективність способів копроовоскопії за нематодірозу великої рогатої худоби при експозиції 20 хвилин:
a – за Котельниковим-Хреновим; *b* – за Маллорі; *c* – за Дахно; *d* – за Мельничуком ($n=20$);
 *** $P<0,001$ – порівняно зі способом *d*

При експозиції 20 хвилин способом Мельничука при діагностиці нематодірозу великої рогатої худоби виявлено у 1 г фекалій $51,80 \pm 11,20$ екз. (за коливань від 36 до 76 яєць/г), що було вищим за використання

методу Дахно – на 13,9 % ($44,60 \pm 10,88$ яєць/г, $P<0,05$), методу Маллорі – на 17,8 % ($42,60 \pm 11,84$ яєць/г, $P<0,05$), методу Котельникова-Хренова – на 33,9 % ($34,20 \pm 9,04$ яєць/г, $P<0,001$) (рис. 5).

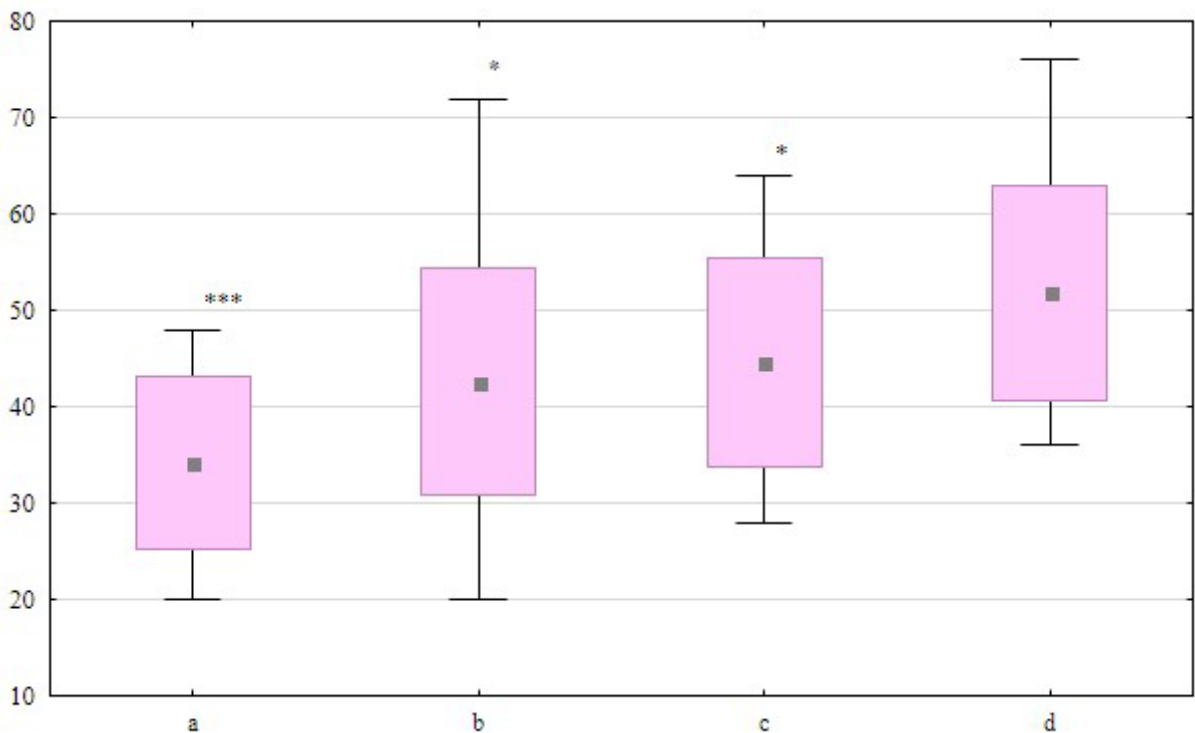


Рис. 5. Порівняльна ефективність способів копроовоскопії за нематодірозу великої рогатої худоби при експозиції 10 хвилин:
a – за Котельниковим-Хреновим; *b* – за Маллорі; *c* – за Дахно; *d* – за Мельничуком ($n=20$);
 * $P<0,05$, *** $P<0,001$ – порівняно зі способом *d*

Літературні дані свідчать про значне поширення нематодозів шлунково-кишково тракту у великої рогатої худоби, зокрема й нематодірозу, де для ефективної боротьби, профілактики та підтримання ветеринарного благополуччя за наявності такого паразитозу необхідно використовувати ефективні та чутливі методи лабораторної діагностики [5, 6, 12, 13]. Причому різницю в кількості паразитичних елементів, виявлених різними методами, автори пояснюють тим, що різні флотажні розчини як з різною, так і з однаковою питомою вагою, не дають однакових результатів щодо тих самих паразитичних елементів, навіть якщо використовується та сама техніка [24]. Тому було проведено випробування чотирьох методів флотації за наявності нематодірозу великої рогатої худоби, а саме: Котельникова-Хренова (з використанням розчину аміачної селітри), Маллорі (з використанням розчину цукру), Дахно (з використанням бішофіту) та Мельничука (з використанням розчину кальцієвої селітри). Результати досліджень свідчать про високу діагностичну ефективність за наявності нематодірозу великої рогатої худоби сучасного способу за Мельничуком, де при експозиції 20 хвилин середня кількість виявлених яєць нематод у 1 г фекалій становила 51,8 екз. (за коливань від 36 до 76 яєць/г). Цей спосіб при експозиції 20 хвилин виявився ефективнішим за метод Дахно – на 13,9 % (інтенсивність інвазії – 44,6 яєць/г при коливаннях від 28 до 64 яєць/г), за метод Маллорі – на 17,8 % (інтенсивність інвазії – 42,6 яєць/г при коливаннях від 20 до 72 яєць/г), за метод Котельникова-Хренова – на 33,9 % (інтенсивність інвазії – 34,2 яєць/г при коливаннях від 20 до 48 яєць/г). З'ясовано, що діагностична ефективність способів при різних експозиціях при діагностиці нематодірозу великої рогатої худоби становила за Котельниковим-Хреновим – 90–100 %, за Маллорі – 65–100 %, за Дахно – 95–100 %, за Мельничуком – 100 %.

Про високу ефективність методу Мельничука свідчать вітчизняні науковці, які доводять, що метод із застосуванням гіпертонічного розчину кальцієвої селітри виявився ефективнішим порівняно із загальновідомими методиками, зокрема за показником середньої кількості виявлених яєць нематод у пробі порівняно зі способами Ляшенко й ін. – на 86,9 % ($P < 0,001$), Трача – на 37,9 % ($P < 0,01$), Столла – на 27,7 % ($P < 0,05$) та Taylor et al – на 5,9 % [25].

Результати проведених досліджень доводять доцільність застосування для ефективної діагностики нематодірозу великої рогатої худоби способу Мельничука, де як флотажну рідину використовували насичений розчин кальцієвої селітри, а термін експозиції копропроб становить 15–20 хв.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено високу ефективність способу захиттевої лабораторної діагностики нематодірозу великої рогатої худоби з використанням як флотажної рідини насиченого розчину кальцієвої селітри незалежно від експозиції. За умови використання цієї

методики отримано вищі значення інтенсивності нематодірозої інвазії порівняно з методом Дахно – на 13,9–37,35 %, Маллорі – на 17,8–64,59 %, Котельникова-Хренова – на 32,01–54,09 %.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., Korchan, L., Shcherbakova, N., & Dolhin, O. (2020). Epizootological peculiarities of the course of cattle and sheep parasitoses in the summer pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 205–212. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.23>
2. Jacobs, D. E. (1987). Nematodirus in cattle and sheep. *Veterinary Record*, 121 (19), 455. <https://doi.org/10.1136/vr.121.19.455-c>
3. Hollands, R. D. (1991). Nematodirus helvetianus epidemiology. *Veterinary Record*, 129 (25-26), 560.
4. Kagenda, G. A., & Angwech, H. (2018). Cross-sectional prevalence of gastrointestinal helminth parasites in cattle in Lira District, Uganda. *Tropical Animal Health and Production*, 50 (7), 1599–1604. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1600-0>
5. Kouam, M. K., Fokom, G. T., Luogbou, D. D. N., & Kantzoura, V. (2021). Gastro-intestinal parasitism and control practices in dairy cattle in North-west Cameroon (Central Africa). *Acta Parasitologica*, 66 (3), 947–953. <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00343-1>
6. Lyons, E. T., Patterson, D. J., Johns, J. T., Giles, R. C., Tolliver, S. C., Collins, S. S., & Stamper, S. (1995). Survey for internal parasites in cattle in Kentucky (1993). *Veterinary Parasitology*, 58 (1-2), 163–168. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)00708-k](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)00708-k)
7. McKenna, P. B. (1981). The diagnostic value and interpretation of faecal egg counts in sheep. *New Zealand Veterinary Journal*, 29 (8), 129–132. <https://doi.org/10.1080/00480169.1981.34821>
8. Nicholls, J., & Obendorf, D. L. (1994). Application of a composite faecal egg count procedure in diagnostic parasitology. *Veterinary Parasitology*, 52 (3–4), 337–342. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)90125-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)90125-2)
9. Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., & Scala, A. (2004). The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Veterinary Parasitology*, 123 (1–2), 121–131. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.05.021>
10. Dryden, M. W., Payne, P. A., Ridley, R., & Smith, V. (2005). Comparison of common fecal flotation techniques for the recovery of parasite eggs and oocysts. *Veterinary Therapeutics: Research in Applied Medicine*, 6, 15–28.
11. Cebra, C. K., & Stang, B. V. (2008). Comparison of methods to detect gastrointestinal parasites in llamas and alpacas. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 232, 733–741. <https://doi.org/10.2460/javma.232.5.733>
12. Vadlejch, J., Petřýl, M., Zaichenko, I., Čadková, Z., Jankovská, I., Langrová, I., & Moravec, M. (2011). Which McMaster egg counting technique is the most reliable? *Parasitology Research*, 109 (5), 1387–1394. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2385-5>
13. Quinn, R., Smith, H. V., Bruce, R. G., & Girdwood, R. W. A. (1980). Studies on the incidence of *Toxocara* and *Toxascaris* spp. ova in the environment. 1. A comparison of flotation procedures for recovering *Toxocara* spp. ova from soil. *Journal of Hygiene*, 84 (1), 83–89. <https://doi.org/10.1017/s0022172400026553>
14. Bowman, D. D., & Lynn, R. C. (2009). *Diagnostic parasitology. Georgi's parasitology for veterinarians. 9th ed.* St-Louis, Elsevier.
15. Barda, B. D., Rinaldi, L., Ianniello, D., Zepherine, H., Salvo, F., Sadutshang, T., Cringoli, G., Clementi, M., & Albonico, M. (2013). Mini-FLOTAC, an innovative direct diagnostic technique for intestinal parasitic infections: experience from the field. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7 (8), e2344. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002344>

16. Danko, M. M., & Stybel, V. V. (2012). Porivnialna otsinka kopro-skopichnykh metodiv diahnostryky invazii *Isoospora suis* u porosiat. *Veterynarna Medytsyna*, 96, 279–280. [in Ukrainian]
17. Yevstafieva, V. O. (2007). Porivnialna efektyvnist koproskopych-nykh metodiv diahnostryky parazytoziv tvaryn. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 110–111. [in Ukrainian]
18. Manoilo, Yu. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenoho sposobu koproovoskopychnoi diahnostryky ezofahostomozu svynei. *Biuleten «Veterynarna Biotekhnolohiia»*, 28, 181–187. [in Ukrainian]
19. Akande, F., & Alohutade, M. (2021). Diagnosis of bovine gastrointestinal parasites: comparison of different techniques and different solutions. *Annals of Parasitology*, 67 (3), 407–416. <https://doi.org/10.17420/ap6703.354>
20. Kotelnikov, G. A. (1974). *Diagnostics of animal helminthiasis*. Koloss, Moscow.
21. Akbaev, M. Sh., Vodjanov, A. A., & Kosminkov, N. E. (1998). *Parazitologija i invazionnye bolezni zhivotnyh*. Koloss, Moscow [in Russian]
22. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2019). Comparative effectiveness of coproovoscopic diagnostics methods of sheep digestive tract nematodes. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 197–203. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.26>
23. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintolohiia*. Sumy: Kozatskyi val [in Ukrainian]
24. Cringoli, G., Rinaldi, L., Maurelli, M. P., & Utzinger, J. (2010). FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols*, 5 (3), 503–515. <https://doi.org/10.1038/nprot.2009.235>
25. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2020). Patent № 141207 UA. *Sposib kilkisnoi koproovoskopychnoi diahnostryky nematodoziv travnoho kanalu zhuinykh tvaryn*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1421364/> [in Ukrainian]

ORCID

V. Ponomarenko  <https://orcid.org/0009-0006-4624-2314>



2024 Ponomarenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Microbiological risks in the production of raw milk

T. Krupelnysky | V. Sokoliuk✉

Article info

Correspondence Author

V. Sokoliuk

E-mail:

vmsokoluk@gmail.com

Polissia National

University,

Sary Boulevard, 7,

Zhytomyr, 10008, Ukraine

Citation: Krupelnysky, T., & Sokoliuk, V. (2024). Microbiological risks in the production of raw milk. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 173–178. doi: 10.31210/spi2024.27.01.29

A study was conducted on the microbial contamination of raw milk during its production on a dairy farm. The highest levels of microbial insemination among the studied objects were in the feed mixture, which ranged from 77×10^4 (spring) to 86×10^4 (summer) CFU/cm³. In other seasons of the year, they were also quite high and amounted to 15×10^4 (winter) and 35×10^4 (autumn) CFU/cm³. The obtained indicators indicate that fodder and fodder mixtures prepared from them are an important factor in microbial contamination of livestock facilities. High levels of bacteria in indoor air in the summer (62×10^4 CFU/cm³) are evidence of the introduction of microbiota from the farm territory (insufficient surface area of driveways and sites, soil areas not sown with grass, lack of green plantings, presence on the territory farms, walking yards, etc.), that is, everything that can be a factor of intensive dust formation. It was determined that the number of microorganisms on the skin of the udder of cows in different seasons of the year ranks second (from 23×10^4 (autumn) to 43×10^4 (spring) CFU/cm³) after fodder. Water and rubber of milking cups are a less important factor in the microbial load on the body of cows, including on the skin of the mammary gland of cows, because the content of microorganisms in them is insignificant and varies within the range of $0.26 - 1.5 \times 10^4$ CFU/cm³. Indicators of bacterial insemination of stall floors were in the range of 3.6×10^8 (summer) – 8.4×10^8 (winter) CFU/cm³, which are quite high. The species composition of the microbiota of fodder mixtures according to the content of BHCP, staphylococci, streptococci, fungi and yeast in the seasons of the year depends on the level of their general bacterial insemination. Thus, the content of these types of conditionally pathogenic microflora according to the CFU/cm³ indicator is the highest in the summer period and is $1.8 \pm 0.07 \times 10^4$ for BGCP, $8.4 \pm 0.34 \times 10^2$ for staphylococci, and 5 for streptococci, $4.0 \pm 0.22 \times 10^2$ and for mushrooms and yeast – $5.5 \pm 0.22 \times 10^2$. The highest indicators of the content of opportunistic microbiota in all periods of the year were in washings from the floor of stalls; they are one, two or even three orders of magnitude higher than in other objects of microbiological research and amount to $3.5 \pm 0.17 \times 10^5$ for BGCP, for staphylococci – $5.4 \pm 0.22 \times 10^4$, for streptococci – $8.3 \pm 0.41 \times 10^4$, and for mushrooms and yeast – $4.3 \pm 0.22 \times 10^3$ (summer period). The analysis of the obtained data indicates the objective permanent microbiological risks of infection of the mammary gland of cows with a number of types of pathogenic, conditionally pathogenic microflora, which can negatively affect the health of the udder, and as a result, the quality and safety of raw milk and the food chain.

Keywords: freshly milked cow's milk, bacterial insemination, cow's skin, milking equipment, fodder, water, air.

Мікробіологічні ризики в умовах виробництва молока-сировини

Т. В. Крупельницький | В. М. Соколюк

Поліський національний
університет,
м. Житомир,
Україна

Проведено дослідження щодо мікробної контамінації молока-сировини під час його виробництва на молочнотоварній фермі. Найвищі рівні мікробного обмінення серед досліджуваних об'єктів були у кормовій суміші в межах від 77×10^4 (весна) до 86×10^4 (літо) КУО/см³. В інші сезони року вони також були досить високими і становили 15×10^4 (зима) та 35×10^4 (осінь) КУО/см³. Отримані показники свідчать, що важливим чинником мікробного забруднення об'єктів тваринницьких приміщень є корми і кормові суміші, приготувані з них. Високі показники вмісту бактерій у повітрі приміщень у літній період (62×10^4 КУО/см³) є свідченням занесення мікробіоти із території ферми (недостатня площа твердого покриття під'їзних шляхів і майданчиків, незасяні травою ґрунтові ділянки, відсутність зелених насаджень, наявність на території ферми вигульних дворів тощо), тобто все, що може бути чинником інтенсивного утворення пилу. Визначено, що кількість мікроорганізмів на шкірі вимені корів у різні сезони року посідає друге місце (від 23×10^4 (осінь) до 43×10^4 (весна) КУО/см³) після кормів. Вода і гума доїльних стаканів є менш важливим чинником мікробного навантаження на організм корів і зокрема на шкіру молочної залози корів, бо вміст мікроорганізмів у них незначний і коливається в межах $0,26 - 1,5 \times 10^4$ КУО/см³. Показники бактеріального обмінення підлоги стійл перебували в межах $3,6 \times 10^8$ (літо) – $8,4 \times 10^8$ (зима) КУО/см³, що є досить високими. Видовий склад мікробіоти кормових сумішей за вмістом у них БГКП, стафілококів, стрептококів, грибів та дріжджів за сезонами року залежить від рівня їх загального бактеріального обмінення. Так, вміст цих видів умовно-патогенної мікрофлори за показником КУО/см³ є найвищим у літній період і становить для БГКП $1,8 \pm 0,07 \times 10^4$, для стафілококів – $8,4 \pm 0,34 \times 10^2$, для стрептококів – $5,4 \pm 0,22 \times 10^2$ і для грибів і дріжджів – $5,5 \pm 0,22 \times 10^2$. Найбільші показники вмісту умовно-патогенної мікробіоти в усі періоди року були у змивах з підлоги стійл; вони на один-два або й три порядки є більші, ніж в інших об'єктах мікробіологічного дослідження та становлять для БГКП $3,5 \pm 0,17 \times 10^5$, для стафілококів – $5,4 \pm 0,22 \times 10^4$, для стрептококів – $8,3 \pm 0,41 \times 10^4$, а для грибів і дріжджів – $4,3 \pm 0,22 \times 10^3$ (літній період). Аналіз отриманих даних свідчить про об'єктивні постійні мікробіологічні ризики інфікування молочної залози корів цілою низкою видів патогенної, умовно-патогенної мікрофлори, що може негативно впливати на здоров'я вимені і як наслідок на якість та безпечність молока-сировини і харчового ланцюга.

Ключові слова: молоко коров'яче свіжонадоєне, бактеріальне обмінення, шкіра дійок, доїльне обладнання, корми, вода, повітря.

Бібліографічний опис для цитування: Крупельницький Т. В., Соколюк В. М. Мікробіологічні ризики за виробництва молока-сировини. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 173–178.

Вступ

Молочна галузь України на сьогодні працює в умовах війни. Утримання великої рогатої худоби на значній території країни ускладнюється внаслідок військових дій, існує загроза життю обслуговуючого персоналу і загибелі тварин. Важливою складовою частиною виробництва молока є і залишається збереження здоров'я та продуктивності корів, покращення безпечності і якості молока, що є гарантією виробництва продуктів харчування високого гатунку [1, 2].

Водночас згідно з Угодою про асоціацію в Європейський Союз, Україна зобов'язана гармонізувати своє законодавство з положеннями Регламенту (ЄС) № 853/2004 щодо норм і правил гігієни харчових продуктів, зокрема сирого молока. Безпечність і якість його регламентується національним нормативним документом ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче» [3].

Якість молока формується на фермі або комплексі, які зі свого боку працюють за впровадженими технологіями. Цей складний процес становить основу системи управління якістю цього продукту, який характеризується харчовими і біологічними властивостями та енергетичною цінністю [4].

Забруднення харчових продуктів мікрофлорою за характером і ступенем небезпечності для споживача посідають перше місце. Молоко і молочні продукти можуть слугувати джерелом харчових токсикозів. Тобто можлива дія потенційно небезпечних для здоров'я людини чинників, які водночас впливають на безпечність і якість продукції та їх технологічні характеристики [5–7].

Сире молоко, отримане від здорових тварин, містить дуже малу кількість мікроорганізмів і вважається безпечним для споживання людиною. Після виділення з вим'я воно може бути контаміноване мікроорганізмами з різних джерел, включаючи фекалії тварин, ґрунт, повітря, корм, воду, підстилку, шкіру тварини, доїльне обладнання, інфіковане вим'ям, ємкості для молока, обслуговуючий персонал [8, 9]. Вважається, що ступінь контамінації молока мікроорганізмами може мати сезонний характер [10].

Якість молока, виробленого на фермі, залежить від практики управління підприємством, а дотримання санітарно-гігієнічних вимог є ключовим чинником для попередження обсіменіння мікрофлорою та захисту споживачів від ризиків для здоров'я [11]. Початкова контамінація сирого молока на рівні ферми визначає якість продуктів по всьому харчовому ланцюгу [12].

З огляду на це оцінка мікробіологічних ризиків є важливим складником удосконалення ветеринарно-санітарного контролю та запровадження санітарно-гігієнічних заходів під час виробництва молочних продуктів.

Мета дослідження

Метою роботи було провести аналіз мікробіологічних ризиків у процесі отримання молока залежно від сезону.

Матеріали і методи

Роботу виконували в умовах ТОВ «Агрохолдинг 2012» Хмельницької області упродовж 2022–2023 років посезонно.

Дослідження проводили на молочнотоварній фермі с. Сокиринці за умови безприв'язно-боксового утримання корів. Доять корів три рази на день з використанням автоматизованої установки типу «Ялінка» на 24 місця виробництва компанії «Westfalia» (Німеччина). Для перед- та післядоїльної обробки шкіри дійок використовують засоби Н12 і Z2 на основі пробіотичної культури *Bacillus subtilis*. Санітарну обробку доїльного обладнання на фермі проводять лужними мийними засобами Alkali CIP Classik з активним хлором та кислотними Acid CIP Classik на основі ортофосфорної кислоти.

Виділення та ідентифікацію мікроорганізмів проводили у бактеріологічній лабораторії ДУ «Хмельницький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України».

Змиви зі шкіри дійок, молочного обладнання та підлоги стійл, відбір проб з об'єктів корівника (повітря, вода, корми), доставка їх у лабораторію і мікробіологічне дослідження проводили посезонно згідно з ДСТУ ISO 5538:2004; з ДСТУ 7452:2013; з ДСТУ 7357:2013; з ДСТУ 4834:2007; з ДСТУ ISO 13969:2005 (IDF 183:2003); з ДСТУ ISO 15213:2014 [13–17].

Усього було відібрано і досліджено 120 зразків кормів, води, повітря, 120 змивів зі шкіри дійок, гуми доїльних стаканів і підлоги стійл. Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2017, де визначали середню арифметичну величину (M) та її похибку (m).

Результати та їх обговорення

В умовах молочнотоварної ферми мікробне забруднення молока-сировини відбувається через такі основні джерела: бактеріальне забруднення із поверхні вимені, дійок і тіла тварини, поверхні доїльного обладнання, об'єктів довкілля, а також із середини вим'я у разі виникнення інтрамамарної інфекції [18].

Було проведено дослідження бактеріального обсіменіння шкіри дійок, гуми доїльних стаканів та об'єктів корівника (кормової суміші, води, повітря).

Дані, наведені на рис. 1, свідчать про те, що найвищі рівні мікробного обсіменіння серед досліджуваних об'єктів були у кормовій суміші в межах від 77×10^4 (весна) до 86×10^4 (літо) КУО/см³. В інші сезони року бактеріальне обсіменіння кормової суміші як об'єкту мікробіологічного дослідження є досить високим і становить 15×10^4 (зима) та 35×10^4 (осінь) КУО/см³. Ці показники неспростовно доводять, що основним чинником мікробного забруднення об'єктів тваринницьких приміщень є корми і кормові суміші, що з приготування з них.

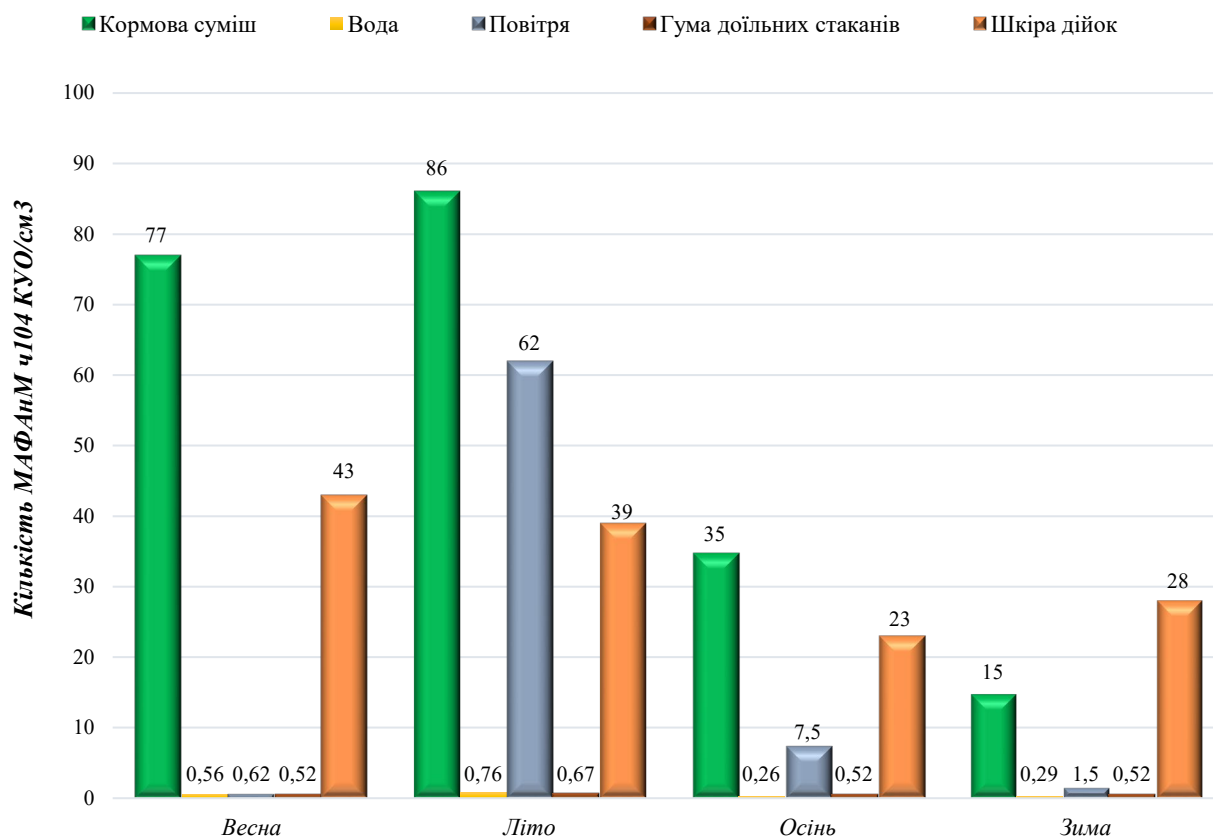


Рис. 1. Загальне бактеріальне обміненія за сезонами

Сезонні відмінності у рівнях бактеріального обміненія цього об'єкту ще раз підтверджують факт, що окремі види кормів і особливо кормові суміші, приготовлені з них, є не лише фактором бактеріального, а не виключено, що, можливо, і грибного забруднення стійл, предметів догляду і самих тварин, але і джерелом (тобто тим середовищем, де мікроби не лише переживають, але і в разі збільшують свою популяцію) індивідуальної, умовно-патогенної та не виключено, що й патогенної мікрофлори.

Зважаючи на факт високого рівня мікробного обміненія кормової суміші в усі періоди року, а також на те, що вона може бути не лише механічним чинником занесення у тваринницькі приміщення різної мікробіоти (корисної, умовно-патогенної та не рідко й патогенної), важливо рекомендувати господарникам проводити періодично, особливо у зимово-стійловий період (за умови літньо-табінного утримання корів) або кожного сезону (у разі постійного стійлового утримання) бактеріологічний і мікологічний скринінг потенційно найбільш обміненіх складників кормових сумішей для зменшення небажаного бактеріального навантаження на корів, що матиме позитивний вплив на їхнє здоров'я та на якість молочної продукції.

Високі показники вмісту бактерій у повітрі приміщень у літній період (62×10^4 КУО/см³) є свідченням занесення мікробіоти із території ферми (неасфальтовані під'їзні дороги, незасіяні травою ґрунтові ділянки, наявність на території ферми

вигульних дворів тощо, тобто все, що може слугувати чинником інтенсивного утворення пилу. Тому цей показник є не другорядним у загальній системі заходів, спрямованих на отримання високоякісної молочної продукції у літній період.

Аналізуючи показники кількісного мікробного обміненія шкіри вимені корів у різні сезони року (див. рис. 1), можемо констатувати, що вони посідають друге місце (від 23×10^4 (осінь) до 43×10^4 (весна) КУО/см³ після кормових сумішей за умови, якщо не брати до уваги показник обміненія повітря у літній період.

Цілорічне високе мікробне забруднення шкіри вимені корів пояснюється постійним потраплянням у приміщення (на кормові столи, стійла) і безпосередньо в організм корів, а також шкіру корів, зокрема й на шкіру вимені, мікроорганізмів із кормовими сумішами, що за рівнем свого бактеріального обміненія є одним із головних чинників, які негативно впливають на здоров'я молочної залози та якість і безпечність молока.

Дезінфекція шкіри дійок є рекомендованим профілактичним заходом для покращення здоров'я вимені та запобігання інтрамамарній інфекції [19]. У літній період до цього потужного чинника бактеріального обміненія шкіри вимені корів додається мікробіота повітря, яке заноситься у приміщення із території ферми.

Інші чинники, такі як вода і гума доїльних стаканів, є менш важливим фактором мікробного навантаження на організм корів і зокрема на шкіру

молочної залози корів, бо вміст мікроорганізмів у них незначний і коливається в межах $0,26-1,5 \times 10^4$ КУО/см³. Проте і ці показники повинні бути під контролем лікаря ветеринарної медицини, бо нерідко в об'єктах, що мають безпосередній вплив на здоров'я вимені корів, можуть створюватися умови для безперешкодного розмноження умовно-патогенної та патогенної мікрофлори, зокрема й у разі використання для підмивання вимені неякісної води, або неякісне миття та дезінфекція доїльних стаканів тощо.

Vargova M. стверджує, що основними джерелами бактеріального обсіменіння сирого молока є маніпуляції до- і після доїння корів, тому дезінфекція дійок та доїльного обладнання, яке зменшує мікробне навантаження, має позитивний вплив на мінімізацію кількості нових інфекцій [20].

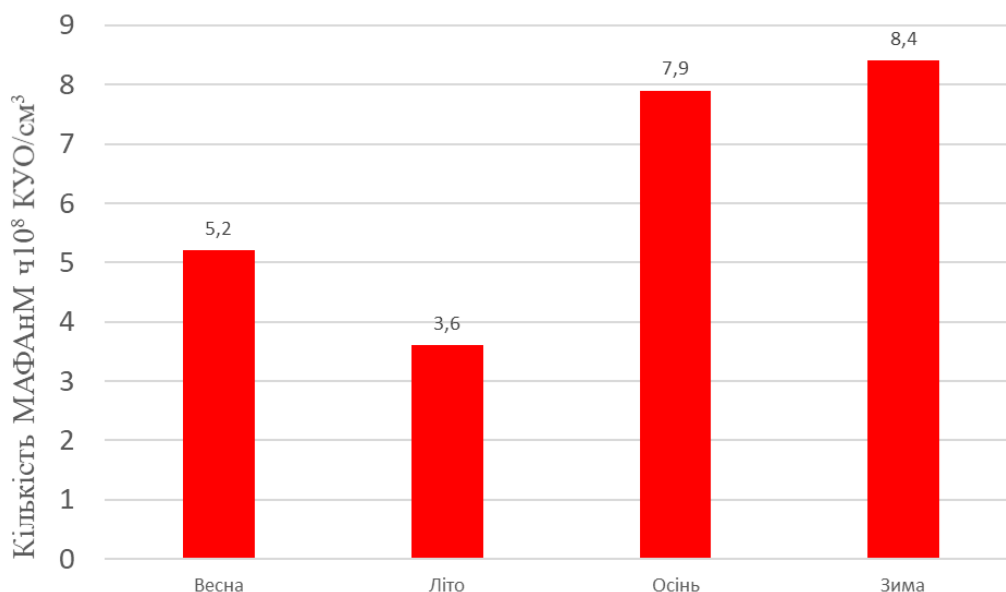


Рис. 2. Загальне бактеріальне обсіменіння підлоги стійл

З іншого боку, висока температура доквілля сприяє зменшенню вологості у приміщеннях і таким чином пригнічує або припиняє розмноження окремих видів бактерій у залишках підстилки, що призводить до зменшення чисельності їх популяції.

Проте загалом показники бактеріального обсіменіння підлоги стійл для корів, що перебувають у межах $3,6 \times 10^8$ (літо) – $8,4 \times 10^8$ (зима) КУО/см³, є досить високими і свідчать про те, що працівники ферми повинні більше уваги приділяти підтримці належного ветеринарно-санітарного стану приміщень.

Індекс санітарії доквілля та аналіз загального мікробного обсіменіння об'єктів корівника, що мають вплив на здоров'я молочної залози, лише частково розкривають потенційні мікробіологічні ризики, тому вони можуть мати негативний вплив на якість і безпечність молока [21].

Погіршує санітарно-гігієнічні показники якості та безпеки сирого молока розвиток таких мікроорганізмів: санітарно-показових (КМАФАнМ – кількість мезофільних анаеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерії групи кишкової

Чистота підлоги стійл – важливий чинник, що має безпосередній вплив на стан молочної залози, а показник бактеріального обсіменіння підлоги стійл – особливий показник мікробіологічного моніторингу в системі контролю якості виробництва молочної продукції.

Аналізуючи показники, наведені на рис. 2, відзначаємо, що їх рівень має певні сезонні коливання. Так, рівень бактеріального обсіменіння підлоги стійл для корів є найнижчим у літній період, що можна пояснити насамперед утриманням тварин на прифермських вигульових майданчиках, що суттєво знижує бактеріальне навантаження на підлогу стійл.

палички (БГКП), мікроорганізмів псування (дріжджів і плісняви) та патогенні мікроорганізми (*Salmonella*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*) [22].

Було проведено вивчення видового складу мікробіоти об'єктів мікробіологічного дослідження, результати якого наведені у табл. 1.

Аналізуючи видовий склад мікробіоти кормових сумішей за вмістом у них БГКП, стафілококів, стрептококів, грибів та дріжджів за сезонами року, зазначимо, що їх кількість у різні сезони року залежить від рівня загального бактеріального обсіменіння кормової суміші.

Вміст цих видів умовно-патогенної мікрофлори за показником КУО/см³ є найвищим у літній період і становить БГКП $1,8 \pm 0,07 \times 10^4$, стафілококів – $8,4 \pm 0,34 \times 10^2$, стрептококів – $5,4 \pm 0,22 \times 10^2$ і для грибів і дріжджів – $5,5 \pm 0,22 \times 10^2$. Ця тенденція виразно відстежується, коли ми проводимо аналіз видового складу умовно-патогенної мікрофлори в інших об'єктах корівників, таких як повітря, вода, змиви з поверхні шкіри дійок вимені, гуми доїльних стаканів, підлоги стійл.

Таблиця 1

Контамінація кормів, води, повітря, шкіри дійок, гуми доїльних стаканів, підлоги стійл, тис. КУО/см³, М±m

Показник	Об'єкти досліджень					
	кормова суміш	вода	повітря	змиви з гуми доїльних стаканів	змиви з шкіри дійок	змиви з підлоги стійл
Весна						
БГКП	1,1±0,33*10 ⁴	1,2±0,06*10 ³	2,3±0,2*10 ³	1,2±0,06*10 ²	5,1±0,02*10 ³	1,3±0,06*10 ⁵
Бактерії роду <i>Staphilococcus</i> spp.	4,2±0,13*10 ²	2,2±0,09*10 ²	3,5±0,12*10 ²	1,1±0,05*10 ²	4,2±0,2*10 ²	4,4±0,2*10 ⁴
Бактерії роду <i>Streptococcus</i> spp.	2,1±0,1*10 ²	3,2±0,2*10 ²	5,2±0,2*10 ²	1,3±0,07*10 ²	5,1±0,2*10 ²	1,3±0,08*10 ⁴
Гриби та дріжджі	1,3±0,07*10 ²	Не виявлено	5,1±0,2*10 ²	Не виявлено	7,3±0,39*10 ²	1,3±0,03*10 ³
Літо						
БГКП	1,8±0,07*10 ⁴	1,6±0,06*10 ³	9,4±0,04*10 ³	1,6±0,05*10 ²	5,5±0,22*10 ³	3,5±0,17*10 ⁵
Бактерії роду <i>Staphilococcus</i> spp.	8,4±0,34*10 ²	3,7±0,19*10 ²	8,5±0,34*10 ²	1,1±0,03*10 ²	4,2±0,21*10 ²	5,4±0,22*10 ⁴
Бактерії роду <i>Streptococcus</i> spp.	5,4±0,22*10 ²	7,6±0,23*10 ²	8,4±0,25*10 ²	1,7±0,09*10 ²	5,8±0,23*10 ²	8,3±0,41*10 ⁴
Гриби та дріжджі	5,5±0,22*10 ²	1,3±0,07*10 ²	6,4±0,82*10 ²	Не виявлено	7,5±0,3*10 ²	4,3±0,22*10 ³
Осінь						
БГКП	1,7±0,07*10 ³	1,5±0,05*10 ³	2,4±0,12*10 ³	1,3±0,07*10 ²	3,2±0,13*10 ³	1,6±0,06*10 ⁵
Бактерії роду <i>Staphilococcus</i> spp.	3,8±0,19*10 ²	2,1±0,08*10 ²	3,4±0,14*10 ²	Не виявлено	4,4±0,18*10 ²	4,7±0,24*10 ⁴
Бактерії роду <i>Streptococcus</i> spp.	2,6±0,08*10 ²	3,2±0,09*10 ²	3,6±0,11*10 ²	1,4±0,07*10 ²	3,3±0,07*10 ²	1,9±0,08*10 ⁴
Гриби та дріжджі	1,9±0,1*10 ²	Не виявлено	5,8±0,23*10 ²	Не виявлено	6,5±0,2*10 ²	1,5±0,06*10 ³
Зима						
БГКП	1,9±0,08*10 ³	1,7±0,05*10 ³	2,5±0,08*10 ³	1,4±0,06*10 ²	3,3±0,13*10 ³	1,9±0,08*10 ⁵
Бактерії роду <i>Staphilococcus</i> spp.	1,6±0,09*10 ²	2,7±0,11*10 ²	2,4±0,07*10 ²	1,1±0,06*10 ²	4,5±0,18*10 ²	6,7±0,2*10 ⁴
Бактерії роду <i>Streptococcus</i> spp.	2,1±0,06*10 ²	2,2±0,08*10 ²	1,8±0,72*10 ²	1,4±0,07*10 ²	3,2±0,08*10 ²	2,9±0,15*10 ⁴
Гриби та дріжджі	1,2±0,05*10 ²	Не виявлено	5,3±0,21*10 ²	Не виявлено	5,2±0,18*10 ²	3,5±0,14*10 ³

Варто зазначити, що найбільші показники вмісту умовно-патогенної мікробіоти в усі періоди року були у змивах з підлоги стійл; вони на один-два або й три порядки є більші, ніж в інших об'єктах мікробіологічного дослідження та становлять БГКП $3,5\pm 0,17 \times 10^5$, стафілококів – $5,4\pm 0,22 \times 10^4$, стрептококів – $8,3\pm 0,41 \times 10^4$, а для грибів і дріжджів – $4,3\pm 0,22 \times 10^3$ (літній період). Отримані результати ще раз привертають нашу увагу до встановленого факту.

Отримані результати засвідчують про те, що мікробіота підлоги стійл має високі потенційні ризики для здоров'я молочної залози і, звісно, має безпосередній вплив на якість молока за показником бактеріального обсіменіння, а тому повинна бути під постійним контролем фахівців і обслуговуючого персоналу молочнотоварної ферми.

Значно нижчі показники обсіменіння умовно-патогенною мікробіотою спостерігали в інших об'єктах, таких як змиви зі шкіри дійок, змиви з гуми доїльних стаканів та зразків повітря.

Найменший уміст умовно-патогенної мікробіоти виявлений у воді, де він становив: БГКП $1,6\pm 0,06 \times 10^3$, стафілококів – $3,7\pm 0,19 \times 10^2$, стрептококів – $7,6\pm 0,23 \times 10^2$, а для грибів та дріжджів – $1,3\pm 0,07 \times 10^2$ (літній період).

Аналіз отриманих даних свідчить про об'єктивні постійні потенційні ризики інфікування молочної залози корів цілою низкою видів умовно-патогенної мікрофлори, що може негативно впливати на стан її здоров'я і, отже, на якість та безпечність молочної продукції.

Висновки

Для одержання молока-сировини високого гатунку необхідно брати до уваги всі чинники впливу,

мікробіологічні ризики, проведення періодичного мікробіологічного моніторингу об'єктів корівника, що мають безпосередньо підтримувати здоров'я молочної залози корів для того, щоби своєчасно проводити превентивні заходи, спрямовані на профілактику захворювань молочної залози, від цього залежить якість і безпека молочних продуктів по всьому харчовому ланцюгу.

Перспективи подальших досліджень. Отримані дані свідчать про перспективи впровадження моніторингу мікробіологічних ризиків у молочному скотарстві і організацію санітарно-гігієнічних заходів для одержання сировини високого гатунку.

Конфлікт інтересів


Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Milk processing: consequences of the war, global and domestic trends. *Milk and Farm: Website*. Retrieved from: <http://milkua.info/uk>
- Krupelnytskyi, T. V., & Sokolyuk, V. M. (2023). The influence of cow keeping and milking technologies on the sanitary and hygienic indicators of raw milk. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 69–75. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.13>
- DSTU 3662:2018. *Moloko-syrovyna korov'ache. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2019-01-01*. (2019). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=77350 [in Ukrainian]
- Sokoliuk, V., Dukhnytsky, V., Krupelnytsky, T., Ligomina, I., Revunets, A., & Prus, V. (2022). Influence of technological factors on milk quality indicators. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (105), 37–43. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10506>

5. Barkema, H. W., von Keyserlingk, M. A. G., Kastelic, J. P., Lam, T. J. G. M., Luby, C., Roy, J.-P., LeBlanc, S. J., Keefe, G. P., & Kelton, D. F. (2015). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 98 (11), 7426–7445. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9377>
6. Doyle, C. J., Gleeson, D., Jordan, K., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Cotter, P. D. (2015). Anaerobic sporeformers and their significance with respect to milk and dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 197, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.022>
7. Rajala-Schultz, P., Nødtvedt, A., Halasa, T., & Persson Waller, K. (2021). Prudent use of antibiotics in dairy cows: the Nordic approach to udder health. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.623998>
8. Vacheyrou, M., Normand, A.-C., Guyot, P., Cassagne, C., Piarroux, R., & Bouton, Y. (2011). Cultivable microbial communities in raw cow milk and potential transfers from stables of sixteen French farms. *International Journal of Food Microbiology*, 146 (3), 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.02.033>
9. Vithanage N., Dissanayake M., Bolge, G., Palombo, E., Yeager, T., & Datta, N. (2016). Biodiversity of culturable psychrotrophic microbiota in raw milk attributable to refrigeration conditions, seasonality and their spoilage potential. *International Dairy Journal*, 57, 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.02.042>
10. Doyle, C. J., Gleeson, D., O'Toole, P. W., & Cotter, P. D. (2017). Impacts of seasonal housing and teat preparation on raw milk microbiota: a high-throughput sequencing study. *Applied and Environmental Microbiology*, 83 (2). <https://doi.org/10.1128/aem.02694-16>
11. Ramachandran, A., & Singh, A. (2020). Assessment of hygienic milking practices and prevalence of bovine mastitis in small dairy farms of peri-urban area of Jaipur. *Indian Journal of Community Medicine*, 45 (5), 21. https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_363_19
12. DSTU ISO 5538:2004. *Moloko ta molochni produkty. Vidbyrannia prob. Kontrol za yakisnymi oznakamy (ISO 5538:1987, IDT)*. Chynnyi vid 2006-04-01. (2006). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84842 [in Ukrainian]
13. DSTU 7452:2013. *Ustatkovannia doilne. Pravyly vidbyrannia ta hotuvannia prob dlia mikrobiolohichnoho kontroliuvannia*. Chynnyi vid 2014-09-01. (2013). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91825 [in Ukrainian]
14. DSTU 7357:2013. *Moloko ta molochni produkty. Metody mikrobiolohichnoho kontroliuvannia*. Chynnyi vid 2014-01-01. (2013). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84675 [in Ukrainian]
15. DSTU 4834:2007. *Moloko ta molochni produkty. Pravyly pryimannia, vidbyrannia ta hotuvannia prob do kontroliuvannia*. Chynnyi vid 2008-10-01. (2007). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82726 [in Ukrainian]
16. DSTU ISO 13969:2005 (IDF 183:2003). *Moloko ta molochni produkty. Nastanovy shchodo standartyzovanoho opysuvannia vyprovuvannia inhibitoriv mikroorhanizmiv (ISO 13969:2003, IDT)*. Chynnyi vid 2007-07-01. (2005). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85122 [in Ukrainian]
17. DSTU ISO 15213:2014. *Mikrobiolohia kharchovykh produktiv ta kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod pidrakhovuvannia kilkosti sulfitovidnovliuvalnykh bakterii, yaki rostut v anaerobnykh umovakh (ISO 15213:2003, IDT)*. Chynnyi vid 2015-07-01. (2014). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84841 [in Ukrainian]
18. Krattley-Roodenburg, B., Huybens, L. J., Nielen, M., & van Werven, T. (2021). Dry period management and new high somatic cell count during the dry period in Dutch dairy herds under selective dry cow therapy. *Journal of Dairy Science*, 104 (6), 6975–6984. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19133>
19. Schwenker, J. A., Schotte, U., & Hölzel, C. S. (2022). Minimum inhibitory concentrations of chlorhexidine- and lactic acid-based teat disinfectants: An intervention trial assessing bacterial selection and susceptibility. *Journal of Dairy Science*, 105 (1), 734–747. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20824>
20. Vargova, M., Vyrostkova, J., Lakticova, K., & Zigo, F. (2023). Effectiveness of sanitation regime in a milking parlour to control microbial contamination of teats and surfaces teat cups. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 30 (1), 55–60. <https://doi.org/10.26444/aaem/161037>
21. Krömker, V., Rota, N., Locatelli, C., Gusmara, C., Marinoni, A., Molteni, D., Schmenger, A., Erk, R. E., & Moroni, P. (2023). Randomized noninferiority field trial evaluating a postmilking teat dip for the prevention of naturally occurring intramammary infections. *Journal of Dairy Science*, 106 (9), 6342–6352. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22732>
22. Svennesen, L., Nielsen, S. S., Mahmmud, Y. S., Krömker, V., Pedersen, K., & Klaas, I. C. (2019). Association between teat skin colonization and intramammary infection with *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* in herds with automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 102 (1), 629–639. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15330>

ORCID

T. Krupelnytsky  <https://orcid.org/0009-0002-9865-4557>
 V. Sokoliuk  <https://orcid.org/0000-0003-2311-1910>



2024 Krupelnytsky T. and Sokoliuk V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Gum recession in dogs, certain aspects of the course of the disease

S. Kulynych | V. Konovalenko✉

Article info

Correspondence Author
V. Konovalenko
E-mail:
vlades781@gmail.com

Poltava State Agrarian
University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Kulynych, S., & Konovalenko, V. (2024). Gum recession in dogs, certain aspects of the course of the disease. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 179–182. doi: 10.31210/spi2024.27.01.30

Given the importance of oral health in dogs and its impact on the general condition of animals, the study of oral pathologies is of great importance. This annotation looks at the pathologies that can cause gum recession in dogs and their possible consequences. Gum recession, or receding gums, is a serious condition that can lead to tooth loss and other serious complications. Periodontal diseases such as gingivitis, periodontitis, and ulcerative gums are some of the leading causes of gum recession in dogs. Mechanical injuries caused by improper chewing or impact can also lead to damage to the gums and cause their recession. In addition, malocclusion and systemic diseases such as diabetes can increase the susceptibility to developing oral pathologies that include gum recession. The aim of the work was to find out the incidence rate, breed susceptibility of dogs to gum recession and to identify the most likely causes contributing to the occurrence of the disease. It was found that the diseases were recorded in dogs between the ages of 4 and 10 years, while various pathologies of the oral cavity were established, leading to gum recession. In particular, in dogs of the Yorkshire Terrier and Chihuahua breeds, we found the highest incidence rate, which amounted to 32 % of the total number of dogs with this pathology. Somewhat less – 20 % of the disease was recorded in dogs of the Pomeranian breed. It should be noted that, according to our research, dogs of the Maltese breed were the least susceptible to gum recession, where the incidence rate was at the level of 16 %. It should be noted that we have identified pathologies such as tartar, gingivitis and periodontitis as contributing causes of the disease among Yorkshire Terrier dogs. Instead, in Chihuahuas, it was tartar and periodontitis. And, in dogs of the Pomeranian and Maltese breeds, according to our studies, tartar can be noted as the cause of gum recession. In second place among the causes contributing to the appearance of gum recession was periodontitis, it was found in 64 % of the animals studied. And, in only 32 % of dogs, gingivitis can be considered the cause. It is worth noting that gum recession was most often reported in animals with a history of active oral hygiene, i.e. brushing teeth in everyday life. The following symptoms were observed in the animal: pain when chewing, severe gingivitis, the presence of tartar of varying degrees and bleeding from the gums after eating food.

Keywords: gingival recession, periodontitis, tartar, effectiveness.

Рецесія ясен у собак, окремі аспекти перебігу хвороби

С. М. Кулинич | В. В. Коноваленко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Зважаючи на значення здоров'я ротового апарату у собак та його вплив на загальний стан тварин, дослідження патологій ротової порожнини набуває особливого значення. Ця анотація розглядає патології, які можуть викликати рецесію ясен у собак та їх можливі наслідки. Рецесія ясен, або відступ ясен, є серйозним захворюванням, яке може призвести до втрати зубів та інших серйозних ускладнень. Пародонтальні захворювання, такі як гінгівіт, періодонтит та виразкова хвороба ясен, є одними з основних причин рецесії ясен у собак. Механічні травми, спричинені неправильним погризанням або ударом, також можуть призвести до пошкодження ясен та їхньої рецесії. Крім того, аномалії прикусу та системні захворювання, такі як діабет, можуть збільшити схильність до розвитку ротових патологій, що включають рецесію ясен. Метою роботи було з'ясувати порідну сприйнятливості собак на рівень захворюваності на рецесію ясен та виокремити найбільш ймовірні причини, що сприяють виникненню захворювання. Було виявлено, що захворювання були зафіксовані у собак віком від 4-х до 10-ти років, до того ж рестрували інші різні патології ротової порожнини, що призводили до рецесії ясен. Зокрема, у собак порід йоркширський тер'єр та чихуахуа ми виявили найвищий рівень захворюваності, який склав 32 % від загальної кількості хворих на зазначену патологію собак. Дещо менше – 20 % – хворобу рестрували у собак породи померанський шпіц. Слід звернути увагу на те, що найменш сприйнятливими до рецесії ясен, за даними наших досліджень, виявилися собаки породи мальтійська болонка, де показник захворюваності був на рівні 16 %. Варто зазначити, що причинами, які сприяють виникненню захворювання серед собак породи йоркширський тер'єр слугували такі патології, як зубний камінь, гінгівіт та парадонтит. Натомість у чихуахуа – це були зубний камінь та парадонтит. У собак порід померанський шпіц та мальтійська болонка, за даними проведених досліджень, причиною виникнення рецесії ясен можна зазначити зубний камінь. На другому місці серед причин, що сприяють появі рецесії ясен, був парадонтит, його виявляли у 64 % досліджуваних тварин. І лише у 32 % собак причиною можна вважати гінгівіт. Варто зазначити, що захворювання на рецесію ясен найчастіше рестрували у тварин, в анамнезі яких була відсутня активна гігієна ротової порожнини, тобто чистка зубів у повсякденному житті. У тварин спостерігали такі симптоми: біль при жуванні, виражений гінгівіт, наявність зубного каменю різного ступеня та кровотеча з ясен після вживання кормів.

Ключові слова : рецесія ясен, парадонтит, зубний камінь, ефективність.

Бібліографічний опис для цитування: Кулинич С. М., Коноваленко В. В. Рецесія ясен у собак, окремі аспекти перебігу хвороби. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 179–182.

Вступ

Проблема ротової порожнини у собак є однією зі значущих тем для сучасної ветеринарної медицини, оскільки вона має серйозний вплив на здоров'я та добробут тварин. Ротова порожнина відіграє важливу роль у функціонуванні організму собак, але водночас є симптоми для різних патологічних процесів, які можуть значно погіршити якість життя тварин і негативно вплинути на їхнє загальний стан здоров'я [1–5].

Останні десятиліття характеризуються зростанням захворювань ротової порожнини у собак. Від пародонтальних захворювань до онкологічних процесів, ротові патології у собак можуть бути серйозними та складними для лікування. Фактори ризику, такі як неправильне харчування, відсутність гігієни порожнини рота, генетичні особливості та імунодефіцити, сприяють розвитку цих захворювань, що вимагає уважного дослідження та розуміння для розробки ефективних стратегій профілактики та лікування [6].

Рецесія ясен у собак може бути спричинена різними патологічними станами ротової порожнини. Серед них можуть бути пародонтальні захворювання (виразкова хвороба ясен, гінгівіт, періодонтит та інші захворювання пародонту можуть сприяти розвитку рецесії ясен через пошкодження та втрату підтримуючих тканин), травматичні ушкодження ясен, спричинені прогризанням неправильних предметів або травмою від удару [7–9].

Також до проблем, які спричиняють рецесію ясен, відносять аномалії прикусу, невідповідності в анатомічній структурі щелеп, що може призвести до асиметричного розміщення зубів та системні захворювання, такі як діабет, можуть збільшити схильність до розвитку ротових патологій, включаючи рецесію ясен [10–13].

Розуміння цих патологій та їхнього впливу на стан ясен є важливим для розробки ефективних стратегій лікування та профілактики рецесії ясен у собак.

Рецесія ясен становить серйозну загрозу здоров'ю тварин та може призвести до втрати зубів, а також до загрози загального здоров'я через можливий розвиток системних ускладнень. Однак, незважаючи на важливість цього питання, дослідження, присвячені рецесії ясен у собак, є обмеженими, і вимагають подальшого вивчення та аналізу [14–17].

Мета дослідження

Метою роботи було з'ясувати порідну сприйнятливості собак на рівень захворюваності на рецесію ясен та виокремити найбільш імовірні причини, що сприяють виникненню захворювання.

У завдання досліджень входило:

- на базі клініки «Ол Вет» м. Івано-Франківська з'ясувати рівень захворюваності собак різних порід на рецесію ясен;

- виявити найбільш вірогідні причини появи хвороби у собак.

Матеріали і методи

Роботу виконували впродовж 3-х місяців 2023 року в умовах приватної клініки ветеринарної медицини «Ол Вет» м. Івано-Франківська. Визначення рівня захворюваності серед домашніх собак на рецесію ясен проводили на тваринах, власники яких зверталися до клініки з проблемами ротової порожнини. Зазвичай власники тварин звертались до клініки з різними симптомами, основними скаргами були відмова від їжі за наявності інтересу до неї та з кровотеча з ясен після вживання твариною кормів.

Для встановлення діагнозу проводили детальний збір анамнезу життя, загальне клінічне обстеження. Зі спеціальних обстежень тваринам проводили парадонтальні проби з використанням парадонтального зонда під загальною анестезією. Для проведення наркозу використовували препарати для премедикації (Дексметомедитин + Бутомідор), для загального наркозу препарати гіпнотики (Пропофол), також додатково проведено провідникову анальгезію з використанням анестетика.

У ході досліджень було обстежено тварин різних порід (йоркширський тер'єр, чихуахуа, померанський шпіц, мальтійська болонка) у віці від 4-х до 10-ти років.

Обробку результатів проводили з використанням персонального комп'ютера, у програмі VAF – ветеринарна медицина та індивідуальних стоматологічних карт пацієнтів.

Результати та їх обговорення

Аналізуючи дані амбулаторного журналу клініки «Ол Вет» за дослідний період, було виявлено 25 випадків захворювання собак зі стоматологічними проблемами з вираженою рецесією ясен (рис. 1 та 2).



Рис. 1. Рецесія ясен з наявним відкладення зубного каменю

Варто зауважити, що захворювання були діагностовані у собак вік яких коливався у межах від 4 до 10 років, до того ж були виявлені різні патології ротової порожнини, що призводили до рецесії ясен.



Рис. 2. Ротова порожнина за наявних патологій:
1 – рецесія ясен 2 – зубний камінь 3 – гінгівіт

Аналізуючи порідну сприйнятливість тварин до захворювання, встановлено, що найбільш схильними до ураження ясен виявились собаки порід, йоркширський тер'єр та чихуахуа (таблиця 1).

Зокрема, у собак порід йоркширський тер'єр та чихуахуа ми виявили найвищий рівень захворюваності, який склав 32 % від загальної кількості хворих на вищезазначену патологію собак. Дещо менше – 20 % – хворобу реєстрували у собак породи померанський шпіц. Варто звернути увагу на те, що найменше сприйнятливими до рецесії ясен, за даними наших досліджень, виявились собаки породи

мальтійська болонка, де показник захворюваності був на рівні 16 %.

Таблиця 1
Порідна сприйнятливість собак до рецесії ясен

Порода собак	Вік тварин, років	% від загальної кількості хворих	Виявлені патології ротової порожнини		
			ЗК	Г	П
Йоркширський тер'єр	6–8	32,0	+	+	+
Чихуахуа	4–7	32,0	+	–	+
Померанський шпіц	5–6	20,0	+	–	–
Мальтійська болонка	6–8	16,0	+	–	–

Примітки: ЗК – зубний камінь; Г – гінгівіт; П – парадонтит.

Зазначимо, що причинами, які сприяли виникненню захворювання серед собак породи йоркширський тер'єр слугували такі патології, як зубний камінь, гінгівіт та парадонтит. Натомість, у чихуахуа – це були зубний камінь та парадонтит. У собак порід померанський шпіц та мальтійська болонка, за даними проведених досліджень, причиною виникнення рецесії ясен був зубний камінь.

Аналізуючи отримані дані щодо причин, які сприяють виникненню рецесії ясен серед досліджуваних собак, встановлена певна закономірність. Зокрема, у 100 % досліджуваних тварин виявили зубний камінь (наявність зубного каменю різного ступеня) (рис. 3).

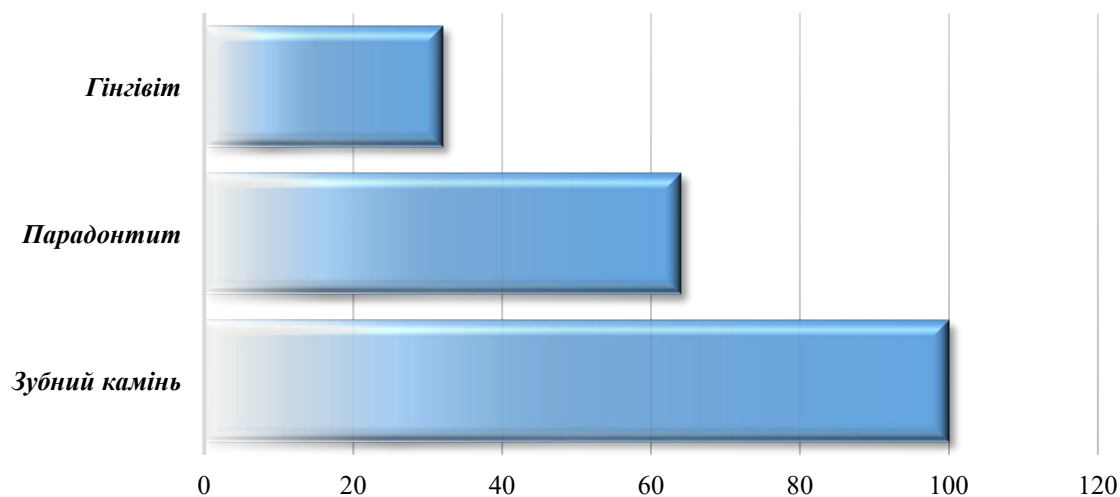


Рис. 3. Патології ротової порожнини собак, що сприяють появі рецесії ясен, %

На другому місці серед причин, що сприяють появі рецесії ясен був парадонтит, його виявляли у 64 % досліджуваних тварин. Лише у 32 % собак причиною можна вважати гінгівіт.

Варто зазначити, що захворювання на рецесію ясен найчастіше реєстрували у тварин, в анамнезі яких була відсутня активна гігієна ротової порожнини, тобто чистка зубів у повсякденному житті. У тварини спостерігали такі симптоми: біль при жуванні, виражений гінгівіт, наявність зубного каменю різного ступеня та кровотеча з ясен після вживання кормів.

Аналіз доступних наукових літературних джерел свідчить, що хвороби ротової порожнини найчастіше діагностують у чистопородних дрібних собак, що цілком узгоджується з результатами отриманих у наших дослідженнях даними.

Khatariya, M. D. зі співавторами у науковій праці, що датована 2022 роком вказують на те, що в місті Джунагадх (Індія), серед патологій ротової порожнини собак рецесія ясен діагностується достатньо часто. Зокрема, за наслідками огляду ротової порожнини 20-ти собак автори діагностували у всіх тварин різний ступінь накопичення зубного

нальоту, що становить 100 %. Дещо менше – 85 %, виявлено тварин із ознаками зубного каменю. Рецесію ясен автори виявили майже у половині досліджуваних тварин – 45 %. На гіперплазію ясен та переломи зубів припадало по 30 та 15 % відповідно, і лише у 5-ти % собак було діагностовано стійкий молочний зуб та пульпіт [18].

Joju Johns, 2019, здійснюючи моніторингові дослідження щодо поширення та причин патологій ротової порожнини у собак на базі Навчально-ветеринарного клінічного комплексу в Поокоде (Індія), зазначив, що зубний камінь є найбільш поширеною патологією у собак. Також автор вказує на те, що саме зубний камінь є причиною таких патологій, як гінгівіт, хитання зубів та рецесія ясен. Зокрема, рецесію ясен автор виявляв у собак за наявності хронічного зубного каменю [19]. Також, на значне поширення хвороб ротової порожнини, і, зокрема зубів вказують й інші вчені з Індії [20].

Варто зазначити, що у наших дослідженнях за умови діагностування рецесії ясен у собак, також у 100 % випадків було виявлено зубний камінь, що ще раз підкреслює важливість здійснення активної гігієни ротової порожнини та періодичного стоматологічного огляду з метою попередження вищезазначеної патології.

Висновки

З'ясовано, що найбільш схильними до рецесії ясен виявилися собаки порід йоркширський тер'єр та чихуахуа. Рівень захворюваності серед цих порід склав 32 % від загальної кількості хворих на рецесію ясен собак. Найменше хворих собак – 16 %, у яких діагностовано рецесію ясен, – тварини породи мальгійська болонка. До основних чинників, що сприяють появі рецесії ясен у собак віднесено зубний камінь та парадонтит. Ці хвороби виявляли у 100 та 64 % собак, хворих на рецесію ясен, відповідно.

Конфлікт інтересів


Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Hamp, S. E., & Adams, V. J. (2013). Risk Factors for development of periodontal disease in growing dogs: results of a cohort study. *The Veterinary Journal*, 198 (1), 50–53. <https://doi.org/10.1111/jsap.13218>
2. Pavlica, Z., Petelin, M., Juntas, P., Eržen, D., Crossley, D., & Skaleric, U. (2008). Periodontal Disease burden and pathological changes in organs of dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 25 (2), 97–105. <https://doi.org/10.1177/089875640802500210>
3. Gioso, M. A., Carvalho, V. G., Marinho, R. V., Santos, L. C., Souza, S. L., Gioso, E. M., & Luvizotto, M. C. (2007). Influence of periodontal disease on systemic markers of inflammation in dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 24 (4), 224–229. <https://doi.org/10.1177/089875641303000103>

4. Okuda, A., Kagawa, Y., & Takuma, A. (2016). Periodontal Disease in dogs and cats: a literature review. *Journal of Veterinary Medical Science*, 78 (6), 987–992. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1994.tb00905.x>
5. Glickman, L. T., Glickman, N. W., Moore, G. E., Goldstein, G. S., Lewis, H. B., & Waters, D. J. (2009). Evaluation of the risk of endocarditis and other cardiovascular events on the basis of the severity of periodontal disease in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234 (4), 486–494. <https://doi.org/10.2460/javma.234.4.486>
6. Holmstrom, S. E., Frost, P., & Eisner, E. R. (2018). Advanced periodontal disease and systemic involvement in dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 35 (1), 8–13. <https://doi.org/10.1177/08987564221076908>
7. Harvey, C. E. (2012). Periodontal disease in dogs: etiopathogenesis, prevalence, and significance. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 42 (6), 1299–231. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(98\)50105-2](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(98)50105-2)
8. O'Neill, D. G., Church, D. B., McGreevy, P. D., Thomson, P. C., & Brodbelt, D. C. (2013). Long-term health risks and benefits of spaying neutering dogs. *Veterinary Record*, 180 (6), 129–135. <https://doi.org/10.3390/ani10040599>
9. Bellows, J., & Berg, M. L. (2018). Advances in small animal dental care. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 48 (6), 965–985. <https://doi.org/10.5326/JAANA-MS-6933>
10. DeBowes, L. J. (1996). The effects of dental disease on systemic disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 26 (1), 121–132. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(98\)50102-7](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(98)50102-7)
11. Arzi, B., Murphy, B., Cox, D. P., Vapniarsky-Arzi, N., & Verstraete, F. J. M. (2014). Goldstein's Oral and maxillofacial surgery in dogs and cats. *The Veterinary Journal*, 202 (2), 439–442. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.02.010>
12. Kim, J., Amar, S., & Zhou, Q. (2015). Periodontal disease and systemic conditions: a bidirectional relationship. *Odontology*, 103 (1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10266-006-0060-6>
13. Niemiec, B. A. (2019). Veterinary periodontology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49 (2), 421–437. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.02.003>
14. DeBowes, L. J., & Mosier, D. (2013). The effects of dental disease on systemic disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43 (3), 545–575. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.02.001>
15. Mirzaieva, M. S. (2014). Spreading of a dental pathologies in dogs under the veterinary clinics conditions in Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 138–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.01.33>
16. Niemiec, B. A. (2021). Periodontal Therapy in small and toy breed dogs. *Breed Predispositions to Dental and Oral Disease in Dogs*, 157–178. <https://doi.org/10.1002/9781119552031.ch10>
17. Niemiec, B. (2011). *Small animal dental, oral and maxillofacial disease*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b15210>
18. Khatariya, M. D., Talekar, S. H., Ahlawat, A. R., Dodia, V. D., & Kalaria, V. A. (2022). Periodontal Diseases and their Surgical Management in Dogs. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 15 (4), 20–23.
19. Joju, J. (2019). Gingival recession and periodontitis due to dental calculus in dogs. *Conference: Indian Society for the Advancement of Canine Practice*. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22219.03368>
20. Talekar, S., Khatariya, M., Ahlawat, A., Dodia, V., & Kalaria, V. (2020). Periodontal diseases and their surgical management in dogs. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 15(04), 19–23. <https://doi.org/10.21887/ijvsbt.15.4.4>

ORCID

- S. Kulnych  <https://orcid.org/0000-0003-1660-643X>
V. Konovalenko  <https://orcid.org/0009-0003-1739-2442>



© 2024 Kulnych S. and Konovalenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Activity of glutathione system enzymes in newborn calves and piglets

A. Zamazyi¹ | M. Kambur² | V. Kolenchenko² | O. Demydko²

Article info

Correspondence Author

A. Zamazyi

E-mail:

ganavar@ukr.net

¹Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3,
Poltava, 36003,
Ukraine

²Sumy National Agrarian University,
160, G. Konradieva Str.,
Sumy, 40021,
Ukraine

Citation: Zamazyi, A., Kambur, M., Kolenchenko, V., & Demydko, O. (2024). Activity of glutathione system enzymes in newborn calves and piglets. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 183–187. doi: 10.31210/spi2024.27.01.31

Today, all agricultural sectors are under the influence of technological modernization. The rapid change in the conditions of keeping and feeding animals increases the technogenic impact on their organism. In the conditions of industrial pig production, the influence of technological modernization factors causes numerous stresses that underlie disorders of physiological functions of the body. Any changes in the environment affect the dynamic equilibrium in the body of animals, affecting the development of a general adaptation syndrome. Excessive formation of free radicals activates the processes of lipid peroxidation, inhibits the activity of the antioxidant defense system. The glutathione chain of antioxidant defense plays an important role in this system, especially in newborn animals. We have found that the enzymes of the glutathione chain of antioxidant defense in blood cells significantly depend on the birth number of piglets and calves. The activity of catalase in erythrocytes was the lowest in the first three newborn piglets (first group). It was 1.04, 1.08, and 1.12 times lower than in piglets of the following groups. Similar activity was found for total peroxidase. In the blood leukocytes of piglets of the first group, the activity of catalase was 1.33–1.42 times lower and that of total peroxidase 1.23–1.77 times lower than in piglets of the following groups ($p < 0.01$). The activity of antioxidant defense enzymes in platelets of newborn piglets on the first day after birth was almost at the level of leukocytes. The content of total glutathione in the erythrocytes of blood of piglets of the first group was 1.04 times less than that of animals of group 2 and 1.06–1.12 times less than that of piglets of groups 3–4, and in leukocytes 1.19–1.21 times less. The metabolic products of the glutathione chain components of the antioxidant defense system of newborn piglets in leukocytes were less. The content of total glutathione in the blood platelets of piglets of the first group was significantly less than that of animals of group 2 and 1.25–1.27 times less than that of piglets of groups 3–4. Similar dynamics of the activity of the components of the glutathione chain of antioxidant defense persists until the end of the newborn period in piglets and calves.

Keywords: ingredient, glutathione, protective element, blood.

Активність ферментів системи глутатіону новонароджених телят та поросят

A. A. Замазій¹ | М. Д. Камбур² | В. А. Коленченко² | О. С. Демидко²

¹Полтавський державний аграрний університет,
м. Полтава, Україна

²Сумський національний аграрний університет, м.
Суми, Україна

На сьогодні усі галузі сільського господарства перебувають під впливом технологічної модернізації. Стрімка зміна умов утримання та годівлі тварин підвищує техногенний вплив на їх організм. В умовах промислового свиначарства вплив факторів технологічної модернізації спричиняє чисельні стреси, які полягають в основі порушень фізіологічних функцій організму. Будь-які зміни у довкіллі впливають на динамічну рівновагу в організмі тварин, відображаються на розвитку загального адаптаційного синдрому. Надлишкове утворення вільних радикалів активізує процеси пероксидного окиснення ліпідів, гальмує активність системи антиоксидантного захисту. В цій системі важливу роль відіграє глутатіонний ланцюг антиоксидантного захисту, особливо у новонароджених тварин. Ми з'ясували, що ферменти глутатіонного ланцюга антиоксидантного захисту організму у формених елементах крові значно залежать від порядкового номера народження поросят та телят. Активність каталази в еритроцитах найменшою виявилась у перших трьох новонароджених поросят (перша група). Вона виявилась в 1,04, 1,08 та 1,12 разів менше, ніж у поросят наступних груп. Така ж активність виявлена щодо загальної пероксидази. В лейкоцитах крові поросят першої групи активність каталази виявилась в 1,33–1,42 разів, а загальної пероксидази в 1,23–1,77 разів менше, ніж у поросят наступних груп ($p < 0,01$). Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят у тромбоцитах у першу добу після народження були майже на рівні показників у лейкоцитах. Вміст загального глутатіону в еритроцитах крові поросят першої групи, виявляв в 1,04 раза менше даного показника тварин 2 групи та в 1,06–1,12 раза, ніж у поросят 3–4 груп, а в лейкоцитах в 1,19–1,21 раза менше. Продуктів обміну компонентів глутатіонного ланцюга антиоксидантної системи захисту новонароджених поросят у лейкоцитах, було менше. Вміст загального глутатіону у тромбоцитах крові поросят першої групи був вірогідно менше цього показника тварин другої групи та в 1,25–1,27 разів менше, ніж у поросят третьої–четвертої груп. Така ж динаміка активності компонентів глутатіонного ланцюга антиоксидантного захисту зберігається до кінця періоду новонародженості у поросят і телят.

Ключові слова: компонент, глутатіон, захист формений, елемент, кров.

Бібліографічний опис для цитування: Замазій А. А., Камбур М. Д., Коленченко В. А., Демидко О. С. Активність ферментів системи глутатіону новонароджених телят та поросят. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 183–187.

Вступ

Фізіологічні функції організму супроводжуються процесами вільно радикального окиснення, синтезом значної кількості продуктів ПОЛ. В умовах фізіологічної норми компоненти ПОЛ є необхідними у процесі життєдіяльності організму [1, 2]. Активація процесів ПОЛ, утворення значних надлишків продуктів перекісного окиснення негативно впливають на організм. Їх вплив насамперед відображається на функціях клітин [3, 4, 5]. Активні форми Оксигену деструктивно впливають на клітинні структури. Руйнують мембрани, порушують їх функції, викликають загибель органел.

Вільнорадикальне окиснення – важливий складник у механізмі виникнення та впливу стресу [6, 7, 8]. В організмі наявні чисельні механізми систем антиоксидантного захисту. Вони забезпечують захист на всіх рівнях структур організму [9, 10]. Протидіють стресовим ушкодженням і порушенням. Антиоксидантні механізми безпосередньо задіяні у стрес-реакції. Стрес власне і є адаптивною реакцією. Компоненти системи цього захисту – антиоксидантні ферменти. Вони синтезуються мітохондріями. Важливою системою захисту організму є глутатіоний ланцюг антиоксидантної системи захисту. Відомо понад 40 різних типів хімічних сполук, здатних утворювати глутатіонові кон'югати. Як макроергічне з'єднання використовують ацетил-коензим А. Участь елементів цієї системи і насамперед глутатіонтрансферази впливає на збереження ДНК, мітохондрії клітин. Цей фермент забезпечує охорону життєво-важливих органел клітин від дії шкідливих речовин. Відбувається підвищення стійкості клітин і цілого організму на дію стресів [11, 12, 13]. На думку деяких авторів, глутатіонтрансфераза захищає організм від впливу великої кількості токсичних речовин [7, 9, 18].

Глутатіон є центральним складником у системі детоксикації. Він забезпечує антирадикальний та антиперекисний захист клітин. У комплексі із цитохромом Р-450 впливає на процеси біотрансформації ксенобіотиків. Активовані молекули вивільняються із комплексу з ферментом і закінчується процес синтезом O_2^- і H_2O . Це спостерігається тоді, коли відбувається взаємодія субстрату з неспецифічними до нього ізоформами ферменту. Супероксидний аніон O_2^- як радикал нестабільний взаємодіє з молекулами білка, ліпопротеїдів, викликає розрив спіралей ДНК, ініціює перекисне окиснення ліпідів [14, 15]. Обмін гідрофільних ксенобіотиків супроводжується синтезом активних форм оксигену і H_2O_2 . Біотрансформації амінів посилює ПОЛ.

Система антиоксидантного захисту забезпечується ферментами. До них відносять супероксиддисмутазу, каталазу і глутатіонпероксидазу, глутатіонпероксидазу і глутатіонтрансферазу. Ці ферменти відновлюють супероксид, H_2O_2 . Наявна і наступна ланка захисту, яка представлена гліюксилазою, формальдегіддегідрогеназою та

глутатіонтрансферазою. Глутатіон забезпечує функціонування антиоксидантної системи захисту організму [16–22].

Мета дослідження

Метою роботи було з'ясувати активність ферментів системи глутатіону у новонароджених поросят та телят залежно від порядку народження.

Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах приватного акціонерного товариства «Чернігівське головне підприємство по племінній справі у тваринництві».

Для проведення досліджень сформували 4 групи новонароджених поросят, отриманих від п'яти свиноматок, та 2 групи телят – від трьох корів. Одразу після народження новонароджених поросят та телят відносили до відповідної групи. До першої групи включали поросят за номером народження: 1–3-те порося, у другу групу – 4–6-те порося, у третю групу – 7–9-те порося та у четверту групу – 10–12-те порося. Телят відносили до першої групи перших за народженням та до другої групи – других за народженням тварин.

Для дослідження активності ферментів системи глутатіону антиоксидантного захисту організму у формених елементах крові новонароджених поросят та телят проводили відбір проб крові з пупкових судин. Визначення активності ферментів системи глутатіону проводили в гемолізаті формених елементів крові, отриманій після центрифугування впродовж часу за 150000 g на ультрацентрифузі L8-M («Весктап», США). У гемолізатах формених елементів крові визначали активність супероксиддисмутазу (СОД; КФ. 1.15.1.1) за методом, описаним Дубініною Є.Є., [15]; каталази (КФ1.11.1.6.) за здатністю перекису водню утворювати із солями молібдену стійкий кольоровий комплекс; пероксидази (ПО; КФ 1.11.1.8); глутатіонпероксидази (ГП; КФ 1.11.1.9) за методом Моїна В. М. [15], – глутатіонредуктази (ГР КФ 1.11.1.20) за методом I.Garlberg, B.Mannervik (1985) [15].

У зразках крові та гемолізатах формених елементів дослідили показники системи антиоксидантного захисту новонароджених поросят та телят, які стосуються продуктів глутатіонного ланцюгу захисту організму: ГР, ммоль/хв. на 1 г. Нв; загальний глутатіон, мкмоль/100 мл; окиснений глутатіон GSH, мкмоль/100 мл; відновлений глутатіон GSSH, мкмоль/100мл; їх співвідношення GHS/GSSH розрахунково- та загальноприйнятими методиками [15] з використанням біохімічного аналізатора BA-88 фірми «MINDRAY» Китай. Використовували реагенти фірми «LACHEMA» Чехія

Під час проведення експериментальних досліджень дотримувалися міжнародних вимог «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986 р.) та відповідного

Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447–IV від 21.06.2006 р.

Отриманий цифровий матеріал оброблений статистично за допомогою комп'ютерної програми з визначенням середньої арифметичної (M), статистичної помилки середньої арифметичної (m), вірогідності різниці (p) між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності (t) Стьюдента. Різницю між двома величинами вважали вірогідною за $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$.

Таблиця 1

Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят та телят у еритроцитах, 1 доба (M±m, n=5/3)

Показники	Групи поросят/ телят			
	1-3/ 1	4-6/2	7-9	10-12
К, ммоль/л	2,53±0,21	2,648±0,62	2,734±0,62	2,86±0,038*
	3,12±0,52	3,84±0,76*		
ПО, ммоль/л	0,23±0,006	0,25±0,038	0,27±0,053*	0,29±0,062*
	0,34±0,012	0,42±0,051*		
СОД, од/мл на 1 г Нв	144,36±5,233	146,224±4,24	148,93±5,19	152,24±6,02*
	168,28±3,94	186,34±5,02*		
ГР, ммоль/л	0,1564±0,062	0,213±0,057	0,296±0,048	0,301±0,032
	0,229±0,017	0,346±0,022**		

Примітки: порівняно між групами * p < 0,05; ** p < 0,01.

Активність каталази виявилась у поросят першої групи в 1,04, 1,08 та 1,12 разів менше, ніж у поросят наступних груп, а у телят в 1,23 раза ($p < 0,05$). Така ж активність виявлена щодо ферменту пероксидази. У поросят першої групи активність цього ферменту була не значно менше показника тварин другої групи. У поросят третьої та четвертої групи активність ПО була в 1,17–1,26 разів ($p < 0,05$), а у телят другої групи в 1,24 раза більше ($p < 0,05$). Активність СОД виявилась не вірогідно більше у поросят четвертої

Результати та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать про різний рівень активності ферментів антиоксидантного захисту в організмі поросят та телят залежно від порядкового номеру народження (табл. 1). Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят та телят на першу добу після народження також була різною.

групи (в 1,05 рази) і в 1,11 раза більше у телят другої групи. ($p < 0,05$). Водночас результати досліджень свідчать про значний рівень активності ГР. У телят, народжених першими за порядковим номером, активність даного ферменту виявилась в 1,51 раза менше, ніж у телят другої групи ($p < 0,01$).

Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят у лейкоцитах у першу добу після народження були значними у порівнянні з цими показниками в еритроцитах (табл. 2).

Таблиця 2

Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят у лейкоцитах, 1 доба (M±m, n= 5/3)

Показники	Групи поросят/ телят			
	1-3/ 1	4-6/ 2	7-9	10-12
К, ммоль/л	0,12±0,05	0,16±0,042*	0,17±0,036**	0,17±0,054***
	0,18±0,05	0,26±0,08**		
ПО, ммоль/л	0,026±0,001	0,032±0,011*	0,044±0,013*	0,046±0,012**
	0,034±0,008	0,046±0,002		
СОД, од/мл на 1 г Нв	26,34±1,023	28,28±2,02	28,35±1,053	28,49±1,041
	32,46±0,05	35,94±1,86		
ГП, ммоль/л	0,007±0,0001	0,0075±0,0001	0,0081±0,0001	0,0082±0,001
	0,011±0,001	0,018±0,002		

Примітки: порівняно між групами * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

Активність каталази в лейкоцитах крові поросят першої групи виявилась в 1,33–1,42 разів менше, ніж у тварин наступних груп ($p < 0,01$; $p < 0,001$). Активність пероксидази була в 1,2–1,77 разів менше в лейкоцитах крові тварин першої групи ($p < 0,001$). У телят така різниця виявилася в 1,44 раза ($p < 0,001$). Активність СОД була у тварин четвертої групи більше. Необхідно

відмітити, що ці показники були не вірогідними (в 1,08 раза). До того ж результати досліджень свідчать про значний рівень активності глутатіон редуктази у поросят та телят другої – четвертої груп.

Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят і телят у тромбоцитах у першу добу після народження були майже на рівні цих показників у лейкоцитах (табл. 3).

Таблиця 3

Активність ферментів антиоксидантного захисту новонароджених поросят та телят у тромбоцитах, 1 доба (M±m, n=5/3)

Показники	Групи поросят / телят			
	1-3/1	4-6/2	7-9	10-12
К, ммоль/л	0,14±0,0012 0,28±0,05	0,18±0,0014* 0,25±0,03	0,19±0,0013**	0,19±0,0016**
ПО, ммоль/л	0,034±0,0016 0,042±0,03	0,036±0,0012 0,047±0,09	0,036±0,0014	0,040±0,0020*
СОД, од/мл на 1 г Нв	28,34±1,01 32,24±1,64	30,25±1,35 34,56±2,02	32,38±0,98	33,99±0,94
ГП, ммоль/л	0,0081±0,0001 0,0012±0,0002	0,0092±0,0002 0,108±0,0001	0,0094±0,0004	0,0096±0,0003

Примітки: порівняно між групами * p < 0,05; ** p < 0,01.

Активність каталази у тварин другої та третьої груп була в 1,29–1,36 разів більше. У поросят четвертої групи цей показник також виявився вірогідно більше, ніж у поросят першої групи (в 1,36 рази, p < 0,01). У телят другої групи активність каталази навпаки виявилась в 1,12 рази менше.

Активність компонентів глутатіонного ланцюга антиоксидантної системи захисту новонароджених поросят у еритроцитах у першу добу після народження була такою (табл 4). Вміст загального

глутатіону в еритроцитах крові поросят першої групи виявився в 1,04 рази менше цього показника тварин другої групи та в 1,06–1,12 разів менше, ніж у поросят третьої-четвертої груп. Продуктів обміну компонентів глутатіонного ланцюга антиоксидантної системи захисту новонароджених поросят у еритроцитах було більше. Так, співвідношення окисненого та відновленого глутатіону становило від 0,853–0,812 до 1 у поросят останніх двох груп. У телят таке співвідношення дорівнювало 0,512–0,643 до 1.

Таблиця 4

Активність компонентів глутатіонного ланцюгу антиоксидантної системи захисту новонароджених телят та поросят у еритроцитах, (після народження, 1 доба, M±m)

Показники	Групи поросят/ телят			
	1-3/1	4-6/2	7-9	10-12
ГР, ммоль/хв. на 1 г. Нв	0,458±0,006 0,684±0,006	0,542±0,007 0,638±0,009	0,588±0,006	0,602±0,008
Заг. глутатіон, мкмоль/100 мл	2,524±0,012 3,242±0,018	2,634±0,18 3,062±0,21	2,676±0,01	2,831±0,019*
GSH, мкмоль/100 мл	0,889±0,033 0,964±0,042	0,993±0,037 1,25±0,21	1,012±0,04	1,008±0,054
GSSH, мкмоль/100 мл	1,236±0,432 1,866±0,522	1,134±0,064 1,943±0,048	1,186±0,038	1,241±0,046
GHS/GSSH	0,719 : 1 0,512 : 1	0,878 : 1 0,643 : 1	0,853 : 1	0,812 : 1

Примітки: порівняно між групами * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

Результати наших досліджень збігаються з даними дослідників, які вказують, що родовий процес є надзвичайним стресом, який впливає на організм плода під час родів і відображається на активності ферментів глутатіону новонароджених тварин [7, 9]. Система глутатіону, яка забезпечує захист організму [3, 4, 5], активація його ферментів, на нашу думку, залежить від тривалості родів і впливу на організм скоротливої діяльності органів родових шляхів [8, 1, 2]. Можливо, це пов'язано, з тим, що поросята та телята перших груп менш тривало перебувають під впливом родового пресу, і це спонукає корекцію стану організму новонароджених тварин проводити відповідно до активації системи глутатіону.

Висновки

Активність ферментів антиоксидантного захисту системи глутатіону значно підвищується під впливом родового процесу у поросят і телят, які народжуються

в кінці пологів. Під впливом родів активуються процеси ПОЛ, вірогідно підвищується вміст продуктів глутатіонного ланцюга антиоксидантного захисту у формених елементах крові (p < 0,01). Активність каталази в лейкоцитах крові поросят першої групи виявилась в 1,33–1,42 разів менше, ніж у тварин наступних груп, а пероксидази була в 1,23–1,77 разів менше, в лейкоцитах крові тварин першої групи (p < 0,001). У телят ця різниця виявилась в 1,44 рази (p < 0,001). Активація процесів ПОЛ в організмі поросят і телят супроводжується активацією ферментативної ланки глутатіону під впливом родового процесу і вимагає адекватної корекції стану тварин залежно від часу народження.

Перспектива подальших досліджень. Дослідження з цієї проблеми дозволять розробити обґрунтовані методи корекції параметрів стану організму новонароджених поросят і телят залежно від активності антиоксидантних систем організму і проведення

адекватної корекції гомеостазу організму, недопущення загибелі тварин у перший період після народження.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Fedchenko, E. O., Karpovskiy, V. I., Danchuk, O. V., & Zhurenko, O. V. (2017). Rol typiv vyshchoi nervovoi diialnosti v rehuliacii aktyvnosti superoksyddysmutazy svynei. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Veterynarna Medytsyna, Yakist i Bezpeka Produktiv Tvarynmytstva*, 273, 225–230. [in Ukrainian]
2. Zamazyi, A. A., Kambur, M. D., & Butov, O. V. (2018). Physiological and biochemical changes in the body of cows during pregnancy, natal and postnatal processes. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 6 (2), 79–84.
3. Skrypkin V. M., Karpovskiy, V. I., Danchuk, O. V., Postoy, R. V., Kryvoruchko, D. I., & Ukraineec, M. A. (2016). Activity and balance of enzymatic antioxidant defense system in the body of pigs with different tone of autonomic nervous system. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (1), 145–148. Retrieved from: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/106>
4. Danchuk, O. V. (2015). Aktyvnist katalazy ta superoksyddysmutazy u erytrocytakh svynei ryznykh typiv VND za tekhnolohichnoho stresu. *Visnyk Sums'koho Natsionalnoho Ahramoho Universytetu. Seriya: Veterynarna Medytsyna*, 7 (37), 33–36. [in Ukrainian]
5. Danchuk, O. V., Karpovskiy, V. I., & Danchuk, V. V. (2016). Indices of lipid peroxidation intensity in pigs under the influence of stress factors. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (1), 47–50. Retrieved from <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/88>
6. Danchuk, O. V., & Karpovskiy, V. I. (2016). Zbalansovanist fermentatyvnoi systemy antyoksydantnoho zakhystu v orhanizmi svynei za dii stresovoho faktora. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, 1, 111–116. [in Ukrainian]
7. Ernsberger, U. (2019). The autonomic nervous system: delineating historical landmarks and their translation to target autonomic dysfunctions in multiple sclerosis. *EMJ Neurology*, 7 (1), 90–99. <https://doi.org/10.33590/emjneuro/10310439>
8. Şahin, E., & Gümüştü, S. (2007). Stress-dependent induction of protein oxidation, lipid peroxidation and anti-oxidants in peripheral tissues of rats: comparison of three stress models (immobilization, cold and immobilization–cold). *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 34 (5–6), 425–431. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2007.04584.x>
9. Sasaki, T., Senda, M., Ohno, T., Kojima, S., & Kubodera, A. (2001). Effect of in vitro ischemic or hypoxic treatment on mitochondrial electron transfer activity in rat brain slices assessed by gas–tissue autoradiography using [¹⁵O] molecular oxygen. *Brain Research*, 890 (1), 100–109. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(00\)03143-7](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(00)03143-7)
10. Delgado, M. G., Oliva, C., López, E., Ibacache, A., Galaz, A., Delgado, R., Barros, L. F., & Sierralta, J. (2018). Chaski, a novel *Drosophila* lactate/pyruvate transporter required in glia cells for survival under nutritional stress. *Scientific Reports*, 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19595-5>
11. Danchuk, V. V., Danchuk, O. V., & Tsepko, N. L. (2012). Aktyvnist systemy antyoksydantnoho zakhystu ta intensyvnist peroksydnoho okysnennia lipidiv u leukotsytakh porosiat pid vplyvom spoluk Zn²⁺ ta Cr³⁺. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriya: Veterynarni nauky*, 14 (2 (52)), 93–96. [in Ukrainian]
12. Danchuk, O. V. (2017). Indeksy intensyvnosti peroksydnoho okysnennia lipidiv u svynei ryznykh typiv vyshchoi nervovoi diialnosti za tekhnolohichnoho stresu. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Derzhavnoho Naukovo-Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Veterynarnykh Preparativ ta Kormovykh Dobavok i Instytutu Biolohii Tvaryn*, 18 (1), 24–29. [in Ukrainian]
13. Danchuk, O. V., & Karpovskiy, V. I. (2017). Aktyvnist hlutationovoi lanky systemy antyoksydantnoho zakhystu u svynei za dii tekhnolohichnoho stresu. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 35 (2), 143–147. [in Ukrainian]
14. Kambur, M. D., Zamazyi, A. A., & Marenko, N. M. (2017). Pokaznyky rezystentnosti orhanizmu yahniat. *Materialy naukovo-praktychnoi konferencii vykladachiv, studentiv ta aspirantiv Sums'koho NAU (15 lystopada 2017 r)*. Sumy: Sums'kyi NAU [in Ukrainian]
15. Vlizlo, V. V., (red). (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvii ta veterynarnii medytsyni: Dovidnyk*. Lviv: SPOLOM [in Ukrainian]
16. Lai, M.-H. (2008). Antioxidant effects and insulin resistance improvement of chromium combined with vitamin C and E supplementation for type 2 diabetes mellitus. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 43 (3), 191–198. <https://doi.org/10.3164/jcfn.2008064>
17. Park, G. J., Lin, B. P., Ngu, M. C., Jones, D. B., & Katelaris, P. H. (2000). Aspartate aminotransferase : alanine aminotransferase ratio in chronic hepatitis C infection: Is it a useful predictor of cirrhosis? *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 15 (4), 386–390. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1746.2000.02172.x>
18. Pechova, A., & Pavlata, L. (2007). Chromium as an essential nutrient: a review. *Veterinárni Medicina*, 52 (1), 1–18. <https://doi.org/10.17221/2010-vetmed>
19. Reddy, G. B., Nayak, S., Reddy, P. Y., & Bhat, K. S. (2001). Reduced levels of rat lens antioxidant vitamins upon in vitro UVB irradiation. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 12 (2), 121–124. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(00\)00149-2](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(00)00149-2)
20. Li, T., Danelisen, I., Lou, H., & Singal, P. K. (2001). Early changes in myocardial antioxidant enzymes in rats treated with adriamycin. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 33 (6), A68. [https://doi.org/10.1016/S0022-2828\(01\)90268-8](https://doi.org/10.1016/S0022-2828(01)90268-8)
21. Cadet, J., & Poulsen, H. (2010). Measurement of oxidatively generated base damage in cellular DNA and urine. *Free Radical Biology and Medicine*, 48 (11), 1457–1459. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.03.004>
22. Katsuyama, M., Matsuno, K., & Yabe-Nishimura, C. (2011). Physiological roles of NOX/NADPH oxidase, the superoxide-generating enzyme. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 50 (1), 9–22. <https://doi.org/10.3164/jcfn.11-06sr>

ORCID

- A. Zamazyi  <https://orcid.org/0000-0003-3138-0424>
M. Kambur  <https://orcid.org/0000-0002-4864-5292>
V. Kolenchenko  <https://orcid.org/0009-0005-3472-9259>
O. Demydko  <https://orcid.org/0000-0002-6433-315X>



© 2024 Zamazyi A. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Lipid profile of blood serum of chickens under conditions of long-term exposure to extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field

S. Prosyanyi | Y. Horiuk✉

Article info

Correspondence Author

Y. Horiuk

E-mail:

goruky@ukr.netPodillia State University,
12, Shevchenko Str.,
Kamianets-Podilskyi, 32316,
Ukraine

Citation: Prosyanyi, S., & Horiuk, Y. (2024). Lipid profile of blood serum of chickens under conditions of long-term exposure to extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 188–192. doi: 10.31210/spi2024.27.01.32

It has been proven that electromagnetic fields (EMF) of various intensities have various effects on living organisms – from a therapeutic effect to the appearance of various functional disorders. The purpose of this study was to investigate the pattern of long-term continuous exposure of poultry with extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field (ELF-PEMF) of weak intensity on indicators of lipid metabolism in chickens. 150-day-old Tetra X breed chickens were irradiated with ELF-PEMF at a frequency of 8 Hz for about 30 minutes for 174 days. The irradiation regime of experimental groups 1 and 2 was continuous, and in groups 3 and 4 it was alternated with weekly breaks. In 1 experimental group, poultry was fed according to the basic diet with a protein content increased by 10–15 %, and in 2 – with a protein content reduced by 10–15 %. In the control group of non-irradiated poultry, the protein content in the diet corresponded to generally accepted norms. The results of the experiment proved that the irradiation regimes of ELF-PEMF selected by us have an effect on lipid metabolism in the body of Tetra X breed chickens. On the 112th day of the experiment, regardless of the used regimes of irradiation of chickens with ELF-PEMF and the protein level in the diet, in the blood serum of the experimental groups, compared to the control, an increase in the level of free triacylglycerols by 1.56–2.76 times was found; cholesterol level – by 1.04–1.39 times; of high-density lipoproteins (HDL) – by 1.24–1.84 times and the reduction of atherogenic index – by 1.41–1.73 times, which is predicted to have a positive effect on their health and productive qualities. Meanwhile, during longer exposure of chickens to ELF-PEMF, the level of triacylglycerols in the blood serum of experimental groups of chickens did not differ significantly from the indicators of non-irradiated poultry (control group). In general, by selecting different modes of irradiation with ELF-PEMF with different supply of protein in the rations, it is possible to influence the indicators of lipid metabolism of Tetra X breed chickens.

Keywords: extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field, blood serum, lipid profile, Tetra X breed chickens.

Ліпідний профіль сироватки крові курей в умовах тривалого впливу змінного імпульсного електромагнітного поля наднизької частоти

С. Б. Просяний | Ю. В. Горюк

Заклад вищої освіти
«Подільський державний
університет»,
м. Кам'янець-Подільський,
Україна

Доведено, що електромагнітні поля (ЕМП) різної інтенсивності мають різноманітний вплив на живі організми – від лікувального ефекту до появи різноманітних функціональних порушень. Різновекторний вплив ЕМП на організм залежить зокрема від тривалості їхнього впливу, частоти, інтенсивності та інших факторів. Метою цієї роботи було дослідити тривалий безперервний вплив надзвичайно низькочастотного змінного імпульсного електромагнітного поля слабкої інтенсивності на показники ліпідного обміну у курей. Курей кросу Тетра Х 150-добового віку опромінювали ЗІЕМП ННЧ на частоті 8 Гц щодоби по 30 хвилин упродовж 174-х днів. Режим опромінення 1 і 2 дослідної груп був безперервним, а у 3 і 4 – чергувався з тижневими перервами. В 1 дослідній групі птахів годували згідно з основним раціоном з підвищеним на 10–15 % вмістом протеїну, а у 2 – з пониженням на 10–15 % вмістом протеїну. В контрольній групі неопромінених птахів в раціоні вміст протеїну відповідав загальноприйнятним нормам. Результати проведеного експерименту свідчать, що обрані режими опромінення ЗІЕМП ННЧ мають вплив на ліпідний обмін в організмі курей кросу Тетра Х. На 112-ту добу дослідження незалежно від використаних режимів опромінення курей ЗІЕМП ННЧ і рівня протеїну в раціоні в сироватці крові дослідних груп порівняно з контролем виявлено зростання рівня вільних триацилгліцеролів в 1,56–2,76 рази; рівня холестеролу – 1,04–1,39 рази; ліпопротеїдів високої густини (ЛПВГ) – 1,24–1,84 рази і зменшення індексу атерогенності – в 1,41–1,73 рази, що прогнозовано впливає позитивно на їх здоров'я і продуктивні якості. До того ж у разі більш тривалого опромінення курей ЗІЕМП ННЧ рівень триацилгліцеролів у сироватці крові дослідних груп курей істотно не відрізнявся від показників неопромінених птахів (контрольної групи). Також на 174-ту добу опромінення ЗІЕМП ННЧ рівень холестеролу в сироватці крові дослідних курей залишався високим і перевищував контроль залежно від групи в 1,04–1,27 рази. Проте підвищення цього показника відбулось переважно через ліпопротеїди низької густини (ЛПНГ) і ліпопротеїди дуже низької густини (ЛПДНГ), і відповідно до росту індексу атерогенності, отже, до порушення ліпідного обміну в організмі дослідних курей. Загалом шляхом підбору різних режимів опромінення ЗІЕМП ННЧ за умови різної забезпеченості раціонів протеїном можна впливати на показники ліпідного обміну курей кросу Тетра Х.

Ключові слова: змінне імпульсне електромагнітне поле наднизької частоти, сироватка крові, ліпідний профіль, кури кросу Тетра Х.

Бібліографічний опис для цитування: Просяний С. Б., Горюк Ю. В. Ліпідний профіль сироватки крові курей в умовах тривалого впливу змінного імпульсного електромагнітного поля наднизької частоти. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 188–192.

Introduction

It is known that electromagnetic fields (EMF) are a carrier of information in the biosphere [1, 2]. It has been proven that EMF of extremely low frequency (ELF) range is used as a time sensor of biological rhythms, as a carrier of prognostic information about the approach of earthquakes and weather changes [3, 4].

Along with this, there is a fairly large number of works that testify to the therapeutic and protective effect of the magnetic field (MF) [5, 6]. Conversely, external EMFs can modulate an individual's electromagnetic signals, leading to disturbances in electromagnetic homeostasis [7, 8]. It is believed that the basis of the occurrence of various types of pathologies is a violation of the resonance of electromagnetic frequencies of the body's cells [7, 9, 10]. In this regard, the idea of using an artificial MP, which corresponds to the Earth's geomagnetic field in terms of its physical characteristics, to combat the negative consequences of anthropogenic electromagnetic pollution is of particular interest [11]. The further development of this direction of scientific

research is connected with the application and selection of EMF of different exposure and intensity and the study of their influence on the physiological processes of the body [12]. Therefore, works on the study of the biological effect of EMF are increasingly relevant.

The purpose of the study

The purpose of this study was to investigate the pattern of long-term continuous exposure of poultry with extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field (ELF-PEMF) of weak intensity on indicators of lipid metabolism in chickens.

Materials and methods

In order to determine the main regularities of long-term continuous exposure of poultry with extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field (ELF-PEMF) of weak intensity on indicators of lipid metabolism of chickens, an experimental scheme was developed (Table 1).

Table 1
Experimental scheme

Group	Number of livestock	Irradiation mode	Scheme of feeding chickens
1 – experimental	15	Irradiation of chickens with ELF-PEMF for 30 minutes, approximately for 174 days	Feeding according to the basic ration (BR) with increased protein content of 10–15 %, compared to control
2 – experimental	15	Irradiation of chickens with ELF-PEMF for 30 minutes, approximately for 174 days	Feeding according to the BR with reduced protein content of 10–15 %, compared to control
3 – experimental	15	Irradiation of chickens with ELF-PEMF for 30 minutes, approximately with weekly breaks for 174 days	Feeding according to the basic ration (BR) with increased protein content of 10–15 %, compared to control
4 – experimental	15	Irradiation of chickens with ELF-PEMF for 30 minutes, approximately with weekly breaks for 174 days	Feeding according to the BR with reduced protein content of 10–15 %, compared to control

For the experiment were taken 150-day-old chickens of the Tetra X breed, which were kept in cage batteries. Poultry was irradiated with ELF-PEMF at a frequency of 8 Hz.

In the blood serum of chickens of experimental and control groups, the main indicators of lipid metabolism were determined by the spectrophotometric method using a BioSystem A-15 biochemical analyzer (Bio-Systems SA, Spain) using standard reagents of this company.

Statistical processing of the obtained results was carried out by analysis of variance. Data are presented as $\bar{x} \pm SD$ (mean \pm standard deviation). The reliability of the obtained data was assessed by the F-criterion with a confidence level of $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ (taking into account the Bonferroni correction).

Results and discussion

It was found that the indicators of lipid metabolism in the blood serum of chickens that were not exposed to irradiation with ELF-PEMF did not change significantly during the experiment (6 months) and generally corresponded to physiological norms.

Meanwhile, irradiation of Tetra X breed chickens with an electromagnetic field for 112 days contributed to a significant increase in the content of triacylglycerols in the blood serum of the 1st, 2nd, 3rd and 4th experimental groups, respectively, by 140.00 % ($P < 0.01$), 56.00 ($P < 0.01$), 176.00 ($P < 0.001$) and 116.00% ($P < 0.01$) compared to a similar indicator in the control (Table 2).

In this regard, we can say that the increase in the content of triacylglycerols in the blood serum of chickens after 112 days of irradiation with ELF-PEMF, regardless of the level of protein feeding, has a positive effect on the energy supply of the chickens' body, and, accordingly, on the level of their productive qualities.

Analyzing the cholesterol content in the blood of experimental chickens after 112 days of irradiation with ELF-PEMF, it is necessary to note its significant increase in the 1st and 3rd experimental groups by 30.52 % ($P < 0.001$) and in the 4th group by 39.38 % ($P < 0.001$), respectively, in comparison with chickens that were not exposed to electromagnetic radiation. Also, compared to the control, the tendency to increase this indicator was observed in the 2nd experimental group, but the difference was statistically improbable.

Table 2Dynamics of lipid metabolism in blood serum of experimental chickens after 112 days of irradiation, $\bar{x}\pm SD$

Indicator	Group of animals				
	Control	1 – experimental	2 – experimental	3 – experimental	4 – experimental
Triacylglycerols, mmol/l	0.25 ± 0.16	0.60±0.52***	0.39±0.24**	0.69±0.06***	0.54±0.8**
Cholesterol, mmol/l	2.26±0.16	2.94±0.25***	2.4±0.11	2.94±0.05***	3.15±0.31***
HDL, mmol/l	0.95±0.01	1.53±0.06***	1.18±0.08*	1.62±0.09***	1.75±0.09***
LDL, mmol/l	0.51±0.14	0.54±0.05	0.47±0.07	0.60±0.04*	0.57±0.05
VLDL, mmol/l	0.80±0.12	0.8±0.12	0.69±0.12	0.72±0.12	0.83±0.12
Atherogenic index	1.38	0.93**	0.98**	0.81***	0.80***

Note: * – P<0.05, ** – P<0.01, *** – P<0.001 compared to control.

The conducted analysis shows that the content of total cholesterol in the blood plasma of Tetra X breed chickens did not depend on age, but was dependent on long-term exposure to ELF-PEMF at different levels of protein feeding. It is known that the level of total cholesterol reflects the state of general lipid homeostasis [13, 14]. In this regard, its increase in the blood serum of experimental chickens indicates the effect of ELF-PEMF on lipid metabolism.

Free and bound cholesterol in the form of transport forms is contained in chylomicrons, very low-density lipoproteins (VLDL, pre- β -lipoproteins), low-density lipoproteins (LDL, β -lipoproteins), high-density lipoproteins (HDL, α -lipoproteins), and is mainly associated with β -LDL, which are considered to be the transport form of cholesterol [15, 16, 17].

In this aspect, to find out the effect of irradiation with ELF-PEMF on lipid metabolism, it was interesting to analyze the distribution of cholesterol fractions in the blood serum of chickens.

The results showed that after 112 days of irradiation under different ELF-PEMF regimes with increased or decreased protein content by 10–15 % in all experimental groups of chickens compared to non-irradiated poultry that received only the basic diet, there was a statistically significant increase in HDL within the range of 24.21–84.21 %, but the level of LDL and VLDL did not undergo significant fluctuations and did not go beyond the limits of statistical error. Thus, the increase in the level of cholesterol in the blood serum of experimental chickens was mainly due to HDL. This fraction of lipoproteins is one of the main lipoprotein fractions, their main function is the delivery of cholesterol molecules from cells to the liver and other tissues. HDL is synthesized in the liver and intestinal wall, actively removes

cholesterol from the cells by esterification, which facilitates its entry into the liver and its removal as bile into the intestines [18]. In addition, HDL is a transport form of phospholipids in the blood, which prevent the deposition of cholesterol on the walls of blood vessels [15, 19].

In addition to the transfer of excess cholesterol from peripheral cells to the liver, high-density lipoproteins have other properties, in particular: anti-apoptotic, antioxidant, anti-thrombotic, anti-inflammatory [20, 21].

Considering the abovementioned, we can talk about the positive effect of ELF-PEMF exposure for 112 days. Moreover, the maximum effect was achieved under the regime of irradiation of chickens for about 30 minutes, after a week for 6 months with increased or decreased by 10–15 % protein level in the diet.

Also, after 112 days of the experiment, regardless of the selected modes of ELF-PEMF irradiation and the level of protein feeding, the value of atherogenicity index was lower in all experimental groups in the range of 28.99–42.03 % compared to the control group. At the same time, the degree of probability, depending on the experimental group, ranged from P≤0.01 to P≤0.001, which indicates a significant effect of ELF-PEMF on the lipid metabolism of Tetra-X breed chickens.

After 174 days of irradiation, the content of triacylglycerols in the blood serum of experimental chickens of the 1st group was probably lower by 29.03 % at P≤0.01 compared to chickens of the control group (Table 3). At the same time, this indicator was higher by 9.68 % in chickens of the 2nd experimental group, however, compared to non-irradiated chickens, it did not acquire a statistically significant difference.

Table 3Dynamics of lipid metabolism in blood serum of experimental chickens after 174 days of irradiation, $\bar{x}\pm SD$

Indicator	Group of animals				
	Control	1 – experimental	2 – experimental	3 – experimental	4 – experimental
Triacylglycerols, mmol/l	0.31±0.13	0.22±0.03**	0.34±0.02	0.28±0.03	0.32±0.03
Cholesterol, mmol/l	2.26±0.06	2.35 ±0.07	2.59±0.19*	2.86±0.02**	2.73±0.03**
High-density lipoproteins, mmol/l	0.90±0.04	0.85±0.04**	0.72±0.02***	1.01±0.07	0.94±0.05
Low-density lipoproteins, mmol/l	0.54±0.05	0.67±0.02*	0.81±0.06***	0.76±0.04***	0.80±0.03***
Very low-density lipoproteins, mmol/l	0.82±0.02	0.83±0.02	1.06±0.03**	1.09±0.02**	0.99±0.01**
Atherogenic index	1.51	1.76*	2.60***	1.83**	1.90**

Note: * – p < 0.05, ** – p < 0.01, *** – p < 0.001 compared to control.

According to reports [22, 23], the level of triglycerides is one of the parameters important for lipid homeostasis, which shows the concentration of one of the main energy-saving substrates in the body. They are a form

of deposition and transport of substances (free fatty acids), the breakdown of which releases a large amount of energy, and a structural component of cell membranes [19, 24].

In this regard, it can be said that the decrease in their level in the blood serum of chickens after 174 days of irradiation with ELF-PEMF with an increased level of protein feeding has a negative effect on the energy supply of the chickens' body, and, accordingly, on the level of their productive qualities.

The level of total cholesterol in the blood serum of the 1st experimental group of chickens did not acquire a statistically significant value, but it was significantly higher in the 2nd group by 14.60 % ($P \leq 0.05$) in comparison with the similar indicator of the control group.

The content of high-density lipoproteins (HDL) in blood serum was lower in the 1st experimental group by 5.56 % and had no statistically significant difference compared to the control group of poultry. Meanwhile, this indicator in the 2nd experimental group, compared to the control, decreased to probable values by 20.00 % at $P \leq 0.05$.

Also, the obtained results indicate a statistically significant increase in the blood serum of chickens of the 1st and 2nd experimental groups in the content of low-density lipoproteins (LDL) and very low-density lipoproteins (VLDL), respectively, by 24.07 % ($P \leq 0.05$) and 1.22 %; 50.00 and ($P \leq 0.001$) and 29.27 % ($P \leq 0.01$) compared to the control group of non-irradiated chickens.

The obtained data prove that the level of LDL and VLDL in the blood serum of experimental chickens significantly increases during long-term exposure with ELF-PEMF. It was this fact that led to a significant increase in the value of the atherogenicity index in the 1st experimental group by 16.56 % ($P \leq 0.05$), and in the 2nd by 72.19 ($P \leq 0.001$) compared to the control group of chickens that was not exposed to irradiation.

Therefore, longer exposure with ELF-PEMF leads to an increased level of cholesterol, LDL and VLDL in the blood serum of chickens of the experimental groups, regardless of the level of protein feeding. At the same time, the difference between the control and experimental groups was statistically significant in the absolute majority of cases.

LDL are formed in the liver and blood from VLDL and are the main transport form of cholesterol, the content of which in the structure of these particles is the highest (reaches 58 %), therefore they and their predecessor – VLDL – received the name of atherogenic lipoproteins and their increased content indicates a violation of lipid metabolism in organism [24, 25, 26].

Therefore, it can be stated that long-term exposure of chickens with ELF-PEMF causes disruption of their lipid metabolism and redistribution of lipoprotein fractions of the chickens' blood in the direction of an increase in LDL, VLDL and atherogenicity index.

Conclusions

Under the conditions of long-term exposure with ELF-PEMF, with different rations provided with protein, significant changes in lipid metabolism were revealed, which was manifested by a change in the level of its main indicators in the blood serum of Tetra X breed chickens. According to the results of 112 days exposure with ELF-PEMF for 30 minutes, regardless of the exposure regimes used and the level of protein in the diet,

a significant increase in the level of free triacylglycerols in the blood serum was found, which was predicted to activate energy metabolism and, accordingly, improve the productivity of chickens. A longer 6-month daily exposure with ELF-PEMF for 30 minutes, with or without weekly breaks, did not significantly affect the level of triacylglycerols in the blood serum of experimental chickens, and with a 10–15 % increase in the amount of protein in the diet even led to decrease of this indicator. Long-term exposure with ELF-PEMF for 30 minutes for 112 days, with or without weekly breaks, regardless of the deficiency or excess of proteins in the diet, caused an increase in the blood serum of chickens, mainly due to HDL, and, accordingly, a decrease in the atherogenic index, which in particular, indicates the activation of the process of delivering cholesterol molecules from cells to the liver and other tissues, the active removal of cholesterol from cells by esterification, and the prevention of cholesterol deposition on vessel walls. Increasing the duration of ELF-PEMF irradiation up to 174 days under the regimes mentioned above, on the contrary, led to an increase in the blood serum cholesterol level mainly due to the so-called “harmful” lipoprotein fractions of LDL and VLDL and, accordingly, to an increase in the atherogenicity index, hence to a negative influence on lipid metabolism of experimental chickens.

Conflict of interest



The authors declare no conflict of interest.

References

1. Akhila, P. P., Sunooj, K. V., Aaliya, B., Navaf, M., Sudheesh, C., Sabu, S., Sasidharan, A., Mir, S. A., George, J., & Mousavi Khaneghah, A. (2021). Application of electromagnetic radiations for decontamination of fungi and mycotoxins in food products: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.013>
2. Levitt, B. B., Lai, H. C., & Manville, A. M. (2021). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, Part 2 impacts: how species interact with natural and man-made EMF. *Reviews on Environmental Health*, 37 (3), 327–406. <https://doi.org/10.1515/revheh-2021-0050>
3. Soltani, D., Samimi, S., Vashghani-Farahani, A., Shariatpanahi, S. P., Abdolmaleki, P., & Madjid Ansari, A. (2021). Electromagnetic field therapy in cardiovascular diseases: A review of patents, clinically effective devices, and mechanism of therapeutic effects. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 33 (2), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2021.10.006>
4. Chakraborty, S., & Chakraborty, A. (2022). Electromagnetic Fields. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*, 2232–2237. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55065-7_884
5. Thirivikraman, G., Boda, S. K., & Basu, B. (2018). Unraveling the mechanistic effects of electric field stimulation towards directing stem cell fate and function: A tissue engineering perspective. *Biomaterials*, 150, 60–86. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2017.10.003>
6. Fontana, F., Cafarelli, A., Iacoponi, F., Gasparini, S., Pratesi, T., Koppes, A. N., & Ricotti, L. (2024). Pulsed electromagnetic field stimulation enhances neurite outgrowth in neural cells and modulates inflammation in macrophages. *Engineered Regeneration*, 5 (1), 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.engreg.2023.11.003>
7. Zhang, Y., Yan, J., Xu, H., Yang, Y., Li, W., Wu, H., & Liu, C. (2018). Extremely low frequency electromagnetic fields promote mesenchymal stem cell migration by increasing intracellular Ca²⁺ and activating the FAK/Rho GTPases signaling pathways in vitro. *Stem Cell Research & Therapy*, 9 (1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13287-018-0883-4>

8. Augustianath, T., Evans, D. A., & Anisha, G. S. (2023). Teratogenic effects of radiofrequency electromagnetic radiation on the embryonic development of chick: A study on morphology and hatchability. *Research in Veterinary Science*, 159, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.04.015>
9. Martiñón-Gutiérrez, G., Luna-Castro, M., & Hernández-Muñoz, R. (2021). Role of insulin/glucagon ratio and cell redox state in the hyperglycaemia induced by exposure to a 60-Hz magnetic field in rats. *Scientific Reports*, 11 (1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91228-w>
10. Hu, X., Su, Y., Xu, J., Cheng, Y. Y., Liu, T., Li, X., Ma, X., Chen, Z., & Song, K. (2024). Electromagnetic field-mediated chitosan/gelatin/nano-hydroxyapatite and bone-derived scaffolds regulate the osteoblastic and chondrogenic phenotypes of adipose-derived stem cells to construct osteochondral tissue engineering niche in vitro. *International Journal of Biological Macromolecules*, 258, 128829. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128829>
11. Bodewein, L., Schmiechen, K., Dechent, D., Stunder, D., Graefrath, D., Winter, L., Kraus, T., & Driessen, S. (2019). Systematic review on the biological effects of electric, magnetic and electromagnetic fields in the intermediate frequency range (300 Hz to 1 MHz). *Environmental Research*, 171, 247–259. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.015>
12. Damez, J.-L., & Clerjon, S. (2013). Quantifying and predicting meat and meat products quality attributes using electromagnetic waves: An overview. *Meat Science*, 95 (4), 879–896. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.037>
13. Shafiq, M., Khan, M. T., Rehman, M. S., Raziq, F., Bughio, E., Farooq, Z., Gondal, M. A., Rauf, M., Liaqat, S., Sarwar, F., Azad, A., Asad, T., Arslan, M., Azhar, M., Kamal, R. M. A., & Shakir, M. (2022). Assessing growth performance, morphometric traits, meat chemical composition and cholesterol content in four phenotypes of naked neck chicken. *Poultry Science*, 101 (3), 101667. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101667>
14. Zou, P., & Wang, L. (2023). Dietary pattern and hepatic lipid metabolism. *Liver Research*, 7 (4), 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.livres.2023.11.006>
15. Kulig, W., Cwiklik, L., Jurkiewicz, P., Rog, T., & Vattulainen, I. (2016). Cholesterol oxidation products and their biological importance. *Chemistry and Physics of Lipids*, 199, 144–160. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2016.03.001>
16. Lin, C.-W., Huang, T.-W., Peng, Y.-J., Lin, Y.-Y., Mersmann, H. J., & Ding, S.-T. (2020). A novel chicken model of fatty liver disease induced by high cholesterol and low choline diets. *Poultry Science*, 100 (3), 100869. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.046>
17. Prosyanyi, S. B., & Horiuk, V. V. (2020). The influence of low-frequency electromagnetic radiation on the level of thyroid hormones in chickens. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 5, 132–137. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2020.05.24>
18. Kim, H.-J., Yong, H. I., Park, S., Choe, W., & Jo, C. (2013). Effects of dielectric barrier discharge plasma on pathogen inactivation and the physicochemical and sensory characteristics of pork loin. *Current Applied Physics*, 13 (7), 1420–1425. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2013.04.021>
19. Carboni Mancinelli, A., Di Veroli, A., Mattioli, S., Cruciani, G., Dal Bosco, A., & Castellini, C. (2022). Lipid metabolism analysis in liver of different chicken genotypes and impact on nutritionally relevant polyunsaturated fatty acids of meat. *Scientific Reports*, 12 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05986-2>
20. Yin, C., Tang, S., Liu, L., Cao, A., Xie, J., & Zhang, H. (2021). Effects of bile acids on growth performance and lipid metabolism during chronic heat stress in broiler chickens. *Animals*, 11 (3), 630. <https://doi.org/10.3390/ani11030630>
21. Pérez-Andrés, J. M., Cromptova, J., Harrison, S. M., Brunton, N. P., Cullen, P. J., Rustad, T., & Tiwari, B. K. (2020). Effect of cold plasma on meat cholesterol and lipid oxidation. *Foods*, 9 (12), 1786. <https://doi.org/10.3390/foods9121786>
22. Navab, M., Hama, S. Y., Cooke, C. J., Anantharamaiah, G. M., Chaddha, M., Jin, L., Subbanagounder, G., Faull, K. F., Reddy, S. T., Miller, N. E., & Fogelman, A. M. (2000). Normal high density lipoprotein inhibits three steps in the formation of mildly oxidized low density lipoprotein: step 1. *Journal of Lipid Research*, 41 (9), 1481–1494. [https://doi.org/10.1016/s0022-2275\(20\)33461-1](https://doi.org/10.1016/s0022-2275(20)33461-1)
23. Frankel, E. N. (2012). Stability methods. *Lipid Oxidation*, 165–186. <https://doi.org/10.1533/9780857097927.165>
24. Nematbakhsh, S., Pei Pei, C., Selamat, J., Nordin, N., Idris, L. H., & Abdull Razis, A. F. (2021). Molecular regulation of lipogenesis, adipogenesis and fat deposition in chicken. *Genes*, 12 (3), 414. <https://doi.org/10.3390/genes12030414>
25. Hsu, K.-Y., & Chen, B.-H. (2020). Analysis and reduction of heterocyclic amines and cholesterol oxidation products in chicken by controlling flavorings and roasting condition. *Food Research International*, 131, 109004. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109004>
26. Zhang, M., Li, X., Bai, L., Uchida, K., Bai, W., Wu, B., Xu, W., Zhu, H., & Huang, H. (2012). Effects of low frequency electromagnetic field on proliferation of human epidermal stem cells: An in vitro study. *Bioelectromagnetics*, 34 (1), 74–80. <https://doi.org/10.1002/bem.21747>

ORCID

S. Prosyanyi  <https://orcid.org/0000-0002-4464-2908>
 Y. Horiuk  <https://orcid.org/0000-0002-7162-8992>



© 2024 Prosyanyi S. and Horiuk Y. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Organoleptic parameters and chemical composition of turkey meat in the presence of keel "mins."

R. Feduniak  | R. Peleno

Article info

Correspondence Author

R. Feduniak

E-mail:

romannafeduniak@ukr.net

Stepan Gzhysky
National University
of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str. 50, Lviv, 79010,
Ukraine

Citation: Feduniak, R., & Peleno, R. (2024). Organoleptic parameters and chemical composition of turkey meat in the presence of keel "mins". *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 193–198. doi: 10.31210/spi2024.27.01.33

The purpose of the work was to conduct an organoleptic evaluation and analysis of the chemical composition and caloric content of the meat of turkeys with keel "mins" and to compare the obtained results with normative values and indicators of healthy poultry. During the research, it was established that the presence of "mins" in turkeys led to a decrease in their pre-slaughter weight by 1,499.8 g and 2,125.5 g in the weight of the cartridge carcass. Compared to healthy poultry, the mass of the sternum before its stripping and after removing the "mins", back ($p < 0.05$), thighs ($p < 0.01$), legs ($p < 0.05$) and wings and the indicated differences were 5.3, 9.1, 13.8, 15.9, 17.4 and 8.7 %. The meat of healthy poultry and the broth cooked from it significantly exceeded the analogs obtained from poultry with "min" regarding organoleptic indicators. In particular, when evaluating meat on a 5-point scale, probably higher results ($p < 0.001$) were obtained for indicators characterizing its appearance, color, smell, tenderness, taste, and juiciness, and the established difference was, respectively, 0.9, 1.1, 1.7, 1.9, 1.3 and 1.7 points. Based on the tasting evaluation of the broth, probable differences were established only in terms of strength, color, and smell. In terms of richness, taste, and transparency, the broth from the meat of healthy turkeys had an advantage of 0.6, 1.2, and 2.3 points, respectively. The overall evaluation of the meat of healthy turkeys and the broth made from it was higher by 1.7 points. The presence of "mins" led to an increase in the amount of water in the pectoral muscles of turkeys by 21.3 % ($p < 0.001$) and a decrease by 17.3 % of dry matter ($p < 0.05$), by 26.5 % of protein ($p < 0.001$), by 17.1 % of mineral substances ($p < 0.05$) and by 0.5 % of lipids. In the thigh muscles, the amount of water was higher by 6.7 % ($p < 0.001$), and the content of dry matter was lower by 19 % ($p < 0.05$), protein by 10.9 %, minerals by 29 % ($p < 0.05$) and lipids by 16 %. Regarding calories, healthy poultry brisket and thigh meat were superior to similar meat obtained from poultry with meat by 144.84 and 85.2 KJ. The content of essential and replaceable amino acids in turkeys' pectoral and femoral muscles with keel "mins" was lower than in healthy poultry. Probable differences in the number of essential amino acids in the sternum were based on the content of leucine ($p < 0.05$), lysine ($p < 0.01$), threonine ($p < 0.05$), and phenylalanine ($p < 0.05$), and in femoral m of methionine ($p < 0.05$). Of the replaceable amino acids, the content of glutamic acid ($p < 0.001$), oxyproline ($p < 0.05$), and cystine ($p < 0.05$) were probably lower in the sternum and glutamic acid in the thigh muscles ($p < 0.001$). The total content of amino acids in the sternum of the affected poultry was lower by 10.3 % and in the thigh muscles by 5.6 %, compared to healthy poultry.

Keywords: turkeys, chemical composition of meat, organoleptic parameters of meat, amino acids, proteins, lipids, minerals, dry matter, caloric content.

Органолептичні показники та хімічний склад м'яса індиків за наявності «намінів» кіля

Р. І. Федуняк | Р. А. Пеленьо

Львівський національний
університет ветеринарної
медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького,
м. Львів, Україна

Метою роботи було провести органолептичну оцінку та аналіз хімічного складу і калорійності м'яса індиків із «наминами» кіля й порівняти одержані результати із нормативними значеннями та показниками здорових птахів. У процесі проведення досліджень встановлено: наявність «намінів» в індиків зумовило зменшення їх передзабійної маси (на 1499,8 г) і маси патраної тушки (на 2125,5 г). Меншою, порівняно зі здоровими птахами, була маса груднини до її зачистки та після видалення «намінів», спинки ($p < 0,05$), стегна ($p < 0,01$), гомілки ($p < 0,05$) та крила і вказані різниці становили відповідно 5,3; 9,1; 13,8; 15,9; 17,4 та 8,7 %. М'ясо здорових птахів і зварений з нього бульйон за органолептичними показниками суттєво перевищували аналоги, одержані від птахів із «наминами». Зокрема, при оцінці м'яса за 5-бальною шкалою вірогідно вищі результати ($p < 0,001$) були за показниками, що характеризують його зовнішній вигляд, колір, запах, ніжність, смак та соковитість і встановлена різниця була відповідно 0,9; 1,1; 1,7; 1,9; 1,3 та 1,7 бала. За дегустаційної оцінки бульйону вірогідні різниці встановлено лише за міцністю, кольором та запахом. За наваристістю, смаком і прозорістю бульйон із м'яса здорових індиків мав перевагу відповідно 0,6; 1,2 і 2,3 бала. Загальна оцінка м'яса здорових індиків та звареного з нього бульйону була вищою на 1,7 бала. Наявність «намінів» зумовила збільшення у грудних м'язах індиків на 21,3 % кількості води ($p < 0,001$) та зменшення сухих речовин на 17,3 % ($p < 0,05$), протеїну на 26,5 % ($p < 0,001$), мінеральних речовин на 17,1 % ($p < 0,05$) і ліпідів на 0,5 %. У стегових м'язах кількість води була більшою на 6,7 % ($p < 0,001$), а вміст сухих речовин меншим на 19 % ($p < 0,05$), протеїну на 10,9 %, мінеральних речовин на 29 % ($p < 0,05$) і ліпідів на 16 %. За калорійністю грудина і м'ясо стегна здорових птахів переважало аналогічне, однак одержане від птахів з «наминами», на 144,84 та 85,2 кДж. Вміст незамінних та заміних амінокислот у грудних та стегових м'язах індиків з «наминами» кіля був нижчим, порівняно зі здоровими птахами. Вірогідні різниці кількості незамінних амінокислот у груднині були за вмістом лейцину ($p < 0,05$), лізину ($p < 0,01$), треоніну ($p < 0,05$) та фенілаланіну ($p < 0,05$), а в стегових м'язах – метіоніну ($p < 0,05$). Із заміних амінокислот вірогідно меншим у груднині був вміст глутамінової кислоти ($p < 0,001$), оксипроліну ($p < 0,05$) і цистину ($p < 0,05$), а в м'язах стегна – глутамінової кислоти ($p < 0,001$). Загальний вміст амінокислот у груднині уражених птахів був меншим на 10,3 %, а в стегових м'язах – на 5,6 %, порівняно зі здоровими птахами.

Ключові слова: індик, хімічний склад м'яса, органолептичні показники м'яса, амінокислоти, протеїни, ліпіди, мінеральні речовини, сухі речовини, калорійність.

Бібліографічний опис для цитування: Федуняк Р. І., Пеленьо Р. А. Органолептичні показники та хімічний склад м'яса індиків за наявності «намінів» кіля. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 193–198.

Вступ

Серед споживачів м'яса в багатьох країнах світу, зокрема і в Україні, одним із найпопулярніших видів є індичатина. М'ясо індиків є корисним і смачним джерелом протеїнів та інших поживних речовин, яке можна включити до найрізноманітніших раціонів. Разом із тим, індичатина має цілу низку інших переваг. Зокрема вона відома своїм низьким вмістом жиру та холестерину, низькою алергенністю, легкою перетравлюваністю, значним умістом важливих вітамінів та мінералів, високою біологічною, харчовою та дієтичною цінністю тощо. Її рекомендують як корисний продукт у лікувальному та дієтичному харчуванні. Усі вказані чинники роблять цей вид м'яса доволі конкурентоспроможним порівняно із м'ясом інших видів птиці та забійних тварин [10, 12, 18].

Відомо, що органолептичні показники та хімічний склад м'яса безпосередньо залежать від санітарно-гігієнічних та зоотехнічних факторів, таких як: умови утримання, щільність посадки, мікроклімат приміщень і правильно організована годівля. Для індичої м'ясної індустрії це питання набуло ще більшої актуальності внаслідок суттєвого збільшення у промислових господарствах кількості птахів із «наминами» кіля.

У сучасних наукових публікаціях недостатньо описаними залишаються показники, які забезпечили б усебічно обґрунтовану санітарну оцінку м'яса індиків та інших продуктів їх забою [1, 14, 15, 16, 19]. Негайних досліджень, спрямованих на розробку гігієнічних аспектів оцінки безпечності та якості індичатини, вимагає зростання попиту серед споживачів та швидке поширення «наминів» серед індиків.

На думку вчених, наявність цієї патології в індиків може бути причиною як змін органолептичних показників, хімічного та мікробіологічного складу м'яса, так і підвищення рівня виникнення та розвитку харчових отруєнь у споживачів [8, 10]

Саме тому проведення аналізу (за наявності «наминів» кіля) таких показників м'яса індиків, як колір, запах, текстура, смак, хімічний склад, порівняння їх із показниками здорових тварин та нормативними значеннями є актуальним. Здобуті результати можуть мати важливе значення для регулювання виробництва і споживання м'яса індиків, а також зробити вагомий внесок у розвиток стратегій гарантування безпеки харчових продуктів та підвищення їх якості.

Мета дослідження

Метою роботи було провести органолептичну оцінку та аналіз хімічного складу і калорійності м'яса індиків із «наминами» кіля й порівняти одержані результати із нормативними значеннями та показниками здорових птахів.

Матеріали і методи

Дослідження проведені в лабораторіях кафедри мікробіології та вірусології і кафедри ветеринарно-санітарного інспектування Львівського

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Матеріалом для дослідження були тушки здорових та з вираженими на кілі «наминами» індиків віком від 120 до 150 доби. Клінічний стан птахів перед забоєм та проведення ветеринарно-санітарної експертизи продуктів забою проводили згідно з «Правилами ветеринарного огляду забійних тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса і м'ясних продуктів» [17] та ДСТУ 3136-95 Птиця сільськогосподарська для забою [3]. Забій птахів проводили у забійному цеху згідно з ДСТУ 3136:2017 Птиця сільськогосподарська для забою [7].

Передзабійну масу індиків визначали шляхом їх індивідуального зважування. М'ясу патраних тушок, а також масу істивних внутрішніх органів визначали згідно з ДСТУ 3136:2017 Птиця сільськогосподарська для забою [3]. Органолептичні дослідження м'яса та бульйону з нього проводили згідно з ДСТУ 7992:2015 [6].

Для визначення хімічного складу індичатини у пробах, відібраних із грудних і стегнових м'язів, діяли згідно з ДСТУ 8253:2015 [5]. Вміст протеїну визначали за методикою описаною Якубчак О. М. та ін. (2002) [20], вміст триптофану та оксипроліну – за методикою [21], інших амінокислот – за ISO 13903:2005 [4]. Встановлення рівня загальних ліпідів, сухої речовини, золи та калорійності м'яса – за методами, описаними в довідниках [19, 2, 9, 11, 13].

Отриманий числовий матеріал, наведений у таблицях і графіках, оброблений статистично з використанням табличного процесора Microsoft Excel for Windows, з визначенням середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності ($p \leq 0,05$) з використанням критеріїв вірогідності Стьюдента-Фішера (t).

Результати та їх обговорення

За результатами, представленими у табл. 1, встановлено, що передзабійна маса індиків з «наминами» кіля була меншою на 1499,8 г, або на 6,9 %, порівняно зі здоровими птахами, а патраної тушки – на 2125,5 г, або 11,7 %. Забійний вихід патраної тушки здорових індиків також був більшим, встановлена різниця становила 4,4 %.

Меншою, порівняно із здоровими, у птахів із «наминами» була маса грудини, ця різниця становила 5,3 %, або 368,7 г. Проте, у відсотковому співвідношенні до загальної маси патраної тушки, перевага у 2,8 % була у грудини птахів із «наминами» кіля. Після проведеної зачистки грудини від «намину» вказане відсоткове співвідношення також було на боці уражених птахів, хоча маса грудина з дорих птахів була на 628,3 г більшою.

Масові частки інших частин туші були вищими у здорових птахів. Зокрема, маса спинки була більшою на 431 г, або 13,8 % ($p < 0,05$), стегна – на 667 г, або 15,9 % ($p < 0,01$), гомілки – на 393 г, або 17,4 % ($p < 0,05$) і крила – на 265,6 г, або 16,9 %. У відсотковому співвідношенні маса спинки у здорових індиків становила 17,3 %, стегна – 23,2 %, гомілки – 12,5 % і крила – 8,7 % від маси патраної тушки, а в птахів із «наминами» – відповідно 16,9;

22,1; 11,7 та 8,4 %. Відсоткове співвідношення груднини після зачистки у здорових птахів залишилося незмінним, а за видалення «намивів» зменшилося на 1,6 %.

Таблиця 1

Співвідношення м'ясних частин туші індиків (M ± m, n=9)

Показники	Одиниці виміру	Індики	
		здорові	з «наминами»
Передзабійна маса	г	21435,2±1956,9	19935,4±2632,1
Маса патраної тушки	г	18112,6±1498,1	15987,1±1524,6
	%	84,5	80,1
Грудина	до зачистки	г	6937,1±513,2
	після зачистки	г	6937,1±513,2
	до зачистки	%	38,3
	після зачистки	%	38,3
Спинка	г	3133,5±139,3	2702,2±123,5*
	%	17,3	16,9
Стегно	г	4202,1±146,3	3535,2±153,1**
	%	23,2	22,1
Гомілка	г	2264,1±127,5	1871,1±116,1*
	%	12,5	11,7
Крило	г	1575,8±131,9	1310,2±114,2
	%	8,7	8,2

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001.

Аналізуючи результати бального оцінювання органолептичних показників якості м'яса здорових і з «наминами» кіля індиків (табл. 2) встановлено певні вірогідні різниці.

Таблиця 2

Органолептична оцінка якості м'яса індиків (M±m, n=9)

Показники	М'ясо індиків	
	здорових	з «наминами»
Зовнішній вигляд	4,6±0,06	3,7±0,08***
Колір	4,5±0,07	3,4±0,06***
Запах	4,8±0,09	3,1±0,04***
Ніжність	4,2±0,04	3,2±0,05**
Смак	4,9±0,08	3,0±0,07***
Соковитість	4,7±0,08	3,4±0,05***
Загальна оцінка	4,6±0,05	2,9±0,07***

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001; ступені якості розраховано за 5-бальною шкалою: 5 – відмінна; 4 – добра; 3 – задовільна; 2 – погана; 1 – незадовільна.

На 0,9 бала вище було оцінене м'ясо здорових птахів за зовнішнім виглядом (p<0,001), на 1,1 бала – за кольором (p<0,001), на 1,7 бала – за запахом (p<0,001), на 1,9 бала – за ніжністю (p<0,01), на 1,3 бала – за смаком (p<0,001) і на 1,7 бала – за соковитістю (p<0,001). Загальна органолептична оцінка якості м'яса здорових індиків була на 1,7 бала (p<0,001) вищою порівняно з оцінкою м'яса, одержаного від птахів із «наминами» кіля.

Відомості комісійної дегустаційної оцінки бульйону із м'яса здорових індиків (табл. 3) свідчать про те, що за міцністю, кольором і запахом він мав вірогідно вищі показники порівняно із бульйоном, звареним із м'яса птахів із «наминами» кіля.

Так, за міцністю він переважав бульйон із м'яса індиків із «наминами» на 1,7 бала (p<0,001), за кольором – на 1,6 бала (p<0,001) і запахом – на 2 бала

(p<0,001). За наваристістю, смаком і прозорістю бульйон із м'яса здорових індиків мав перевагу відповідно на 0,6; 1,2 і 2,3 бала, проте вказані різниці не були вірогідними. Загальна оцінка бульйону, звареного з м'яса птахів без ураження грудних м'язів, була вищою на 1,7 бала і вказана різниця була вірогідною (p<0,001).

Таблиця 3

Органолептична оцінка якості бульйону із м'яса індиків (M±m, n=9)

Показники	М'ясо індиків	
	здорових	з «наминами»
Міцність	4,6±0,07	2,9±0,09***
Колір	4,9±0,09	3,3±0,07***
Запах	4,9±0,07	2,9±0,08***
Наваристість	4,5±0,06	3,9±0,09
Смак	4,8±0,09	3,2±0,04
Прозорість	5,0±0,05	2,7±0,06
Загальна оцінка	4,8±0,07	3,1±0,16***

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001; ступені якості розраховано за 5-бальною шкалою: 5 – відмінна; 4 – добра; 3 – задовільна; 2 – погана; 1 – незадовільна.

У результаті аналізу хімічного складу та енергетичної цінності грудних м'язів (табл. 4) встановлено, що наявність «намивів» зумовила у них вірогідно більшу кількість води (p<0,001) і менший уміст сухих речовин (p<0,05), протеїну (p<0,001), мінеральних речовин (p<0,05) та калорійність (p<0,001).

Таблиця 4

Хімічний склад та енергетична цінність грудних м'язів індиків (M±m, n=9)

Показники	М'ясо індиків	
	здорових	з «наминами»
Вода, %	70,25±1,85	85,21±2,66***
Сухі речовини, %	28,95±1,48	23,93±1,46*
Протеїн, %	26,18±1,08	19,24±1,19***
Ліпіди, %	3,60±0,42	3,12±0,28
Мінеральні речовини, %	1,11±0,07	0,92±0,03*
Калорійність, кДж	584,08±21,21	439,24±22,12***

Примітка: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001.

Різниця за вмістом води у грудних м'язах, порівняно зі здоровими птахами, становила 21,3 %, сухих речовин – 17,3 %, протеїну – 26,5 %, мінеральних речовин – 17,1 % і за калорійністю – 24,8 %. Майже на 0,5 % меншим у грудних м'язах індиків із «наминами» був уміст ліпідів, але вказана різниця не була вірогідною.

При дослідженні хімічного складу та енергетичної цінності стегнових м'язів (табл. 5) встановлено, що за наявності «намивів», як і в грудних м'язах, більшою була лише кількість води, а різниця, порівняно зі здоровими індіками, становила 6,7 %. Вміст сухих речовин був меншим на 19 % (p<0,05), протеїнів – на 10,9 %, ліпідів – на 16 % і мінеральних речовин – на 29 % (p<0,05). Хоча різниця за кількістю протеїнів і ліпідів у стегнових м'язах птахів із «наминами» не була вірогідною, порівняно з їх умістом у м'язах здорових птахів, проте сукупне їх зменшення зумовило зниження на 12,2 % його калорійності, при цьому різниця була вірогідною (p<0,05).

Таблиця 5

Хімічний склад та енергетична цінність стегнових м'язів індиків ($M \pm m$, $n=9$)

Показники	М'ясо індиків	
	здорових	з «наминами»
Вода, %	74,24±2,15	79,25±2,64
Сухі речовини, %	24,67±1,45	19,99±1,24*
Протеїн, %	31,65±1,63	28,20±1,14
Ліпіди, %	4,55±0,21	3,82±0,51
Мінеральні речовини, %	1,31±0,15	0,93±0,04*
Калорійність, кДж	701,03±29,62	615,81±18,95*

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Результати дослідження вмісту незамінних амінокислот у протеїнах грудних м'язів (табл. 6) підтверджують, що наявність «наминів» на кілі у птахів негативно впливає на вказаний показник. Аналіз наведених даних дав змогу встановити, що в м'ясі здорових індиків був вірогідно вищим, порівняно із грудиною індиків із «наминами», вміст лізину ($p < 0,01$), треоніну, лейцину та фенілаланіну ($p < 0,05$) і різниці становили відповідно 0,8; 0,6; 1,0 та 0,6 %.

Більшим на 1 % у м'ясі птахів без «наминів» був вміст гістидину, на 0,8 % – триптофану, на 0,6 % – валіну, фенілаланіну та аргініну, на 0,5 % – ізолейцину і на 0,2 % – метіоніну, проте ці різниці були не вірогідними. Як наслідок, загальна кількість незамінних амінокислот також виявилася більшою у протеїнах грудних м'язів птахів з відсутньою у ділянці кіля патологією, при цьому різниця становила 5,5 %.

Таблиця 6

Вміст незамінних амінокислот у протеїнах грудних м'язів індиків ($M \pm m$, $n=9$)

Амінокислоти	М'ясо індиків	
	здорових, %	з «наминами», %
Триптофан	1,21±0,21	1,13±0,07
Лізин	5,55±0,22	4,78±0,12**
Треонін	3,58±0,21	3,01±0,17*
Валін	3,72±0,29	3,13±0,18
Метіонін	1,04±0,08	0,89±0,07
Ізолейцин	3,70±0,28	3,19±0,19
Лейцин	5,69±0,35	4,61±0,21*
Фенілаланін	2,99±0,19	2,43±0,17*
Гістидин	4,96±0,31	4,37±0,27
Аргінін	4,49±0,28	3,94±0,20
ВСЬОГО	36,9	31,5

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Подібні відмінності було встановлено і за результатами дослідження вмісту заміних амінокислот у грудних м'язах індиків досліджуваних груп. Відомості, представлені у табл. 7, свідчать, що за формування «наминів» у грудних м'язах вірогідно нижчим ($p < 0,001$), порівняно зі здоровими індиками, був вміст глутамінової кислоти, а також оксипроліну та цистину ($p < 0,05$). У відсотковому значенні встановлена різниця за вмістом глутамінової кислоти становила 1,4 %, оксипроліну та цистину – 0,2 %.

Вміст аспаргінової кислоти у грудині індиків, уражених «наминами» кіля, був меншим, порівняно із птахами, у яких вказана патологія була відсутня, на 0,8 %, аланіну – на 0,7 %, а серину, проліну, гліцину й

тирозину – на 0,4 %. Загальна кількість заміних амінокислот у грудних м'язах здорових індиків становила 36,3 %, а в індиків із «наминами» кіля цей показник був меншим на 4,9 % і становив 31,4 %.

Таблиця 7

Вміст заміних амінокислот у протеїнах грудних м'язів індиків ($M \pm m$, $n=9$)

Амінокислоти	М'ясо індиків	
	здорових, %	з «наминами», %
Аспаргінова кислота	7,28±0,42	6,51±0,46
Серин	2,83±0,23	2,44±0,22
Гутамінова кислота	11,51±0,10	10,12±0,09***
Пролін	2,84±0,19	2,41±0,15
Гліцин	2,98±0,21	2,59±0,16
Аланін	4,86±0,31	4,19±0,29
Тирозин	2,77±0,17	2,38±0,13
Оксипролін	0,46±0,08	0,23±0,06*
Цистин	0,73±0,09	0,52±0,04*
ВСЬОГО	36,3	31,4

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Із результатів, представлених у табл. 8, бачимо, що формування на кілі «наминів» відобразилося також і на кількісному вмісті незамінних амінокислот у стегнових м'язах індиків. Варто відміти, що виявлені розбіжності були менш вираженими, порівняно із грудиною. Вірогідно меншим ($p < 0,05$), порівняно зі здоровими птахами, був лише вміст метіоніну, при цьому різниця становила 0,3 %.

Кількісний вміст інших досліджуваних незамінних амінокислот у стегнових м'язах птахів із «наминами» був також меншим: різниця за лейцином та фенілаланіном становила 0,5 %, лізином та ізолейцином – 0,4 %, треоніном, валініном та аргініном – 0,3 %, триптофаном – 0,2 % і гістидином – 0,1 %. Загальний вміст незамінних амінокислот у стегнових м'язах здорових індиків дорівнював 38,9 %, тоді як у птахів із «наминами» їх частка становила 35,7 %.

Таблиця 8

Вміст незамінних амінокислот у протеїнах стегнових м'язів індиків ($M \pm m$, $n=9$)

Амінокислоти	М'ясо індика	
	здорових, %	з «наминами», %
Триптофан	1,49±0,07	1,32±0,09
Лізин	6,14±0,36	5,78±0,37
Треонін	4,22±0,34	3,89±0,21
Валін	3,51±0,21	3,22±0,19
Метіонін	0,88±0,09	0,62±0,07*
Ізолейцин	4,02±0,25	3,61±0,22
Лейцин	6,46±0,42	5,93±0,39
Фенілаланін	3,62±0,22	3,11±0,19
Гістидин	3,31±0,19	3,22±0,24
Аргінін	5,26±0,28	4,95±0,31
ВСЬОГО	38,9	35,7

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Уміст заміних амінокислот (табл. 9), як і в попередніх випадках, виявився меншим у стегнових м'язах індиків із «наминами» кіля. Загальна їх кількість, порівняно зі здоровими птахами, була на 2,4 % меншою. В основному, загальний вміст заміних амінокислот у стегнових м'язах хворої птиці був меншим за рахунок вірогідно ($p < 0,001$) меншої

кількості у них, порівняно із здоровими індиками, гутамінової кислоти. Вміст інших досліджуваних амінокислот також був нижчим, але встановлені щодо здорових птахів різниці не були вірогідними.

Таблиця 9

Вміст замінних амінокислот у протеїнах стегнових м'язів індиків ($M \pm m$, $n=9$)

Амінокислоти	М'ясо індика	
	здорових, %	з «наминами», %
Аспаргінова кислота	6,67±0,46	6,39±0,38
Серин	2,79±0,19	2,52±0,17
Гутамінова кислота	11,88±0,11	11,12±0,10***
Пролін	2,58±0,15	2,18±0,14
Гліцин	2,81±0,18	2,63±0,18
Аланін	3,76±0,22	3,56±0,23
Тирозин	2,55±0,18	2,41±0,17
Оксипролін	0,33±0,09	0,28±0,08
Цистин	0,61±0,09	0,54±0,09
ВСЬОГО	34	31,6

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Зокрема, розвиток «наминів» в індиків зумовив менший вміст у їх стегнових м'язах аспаргінової кислоти та серину на 0,3 %, на 0,4 % – проліну, на 0,2 % – гліцину й аланіну і на 0,1 % – тирозину, оксипроліну та цистину.

Із даних, представлених на рис. 1, видно, що загальний вміст незамінних та замінних амінокислот у грудних і стегнових м'язах здорових індиків практично не відрізнявся і становив 73,2 та 72,9 %.

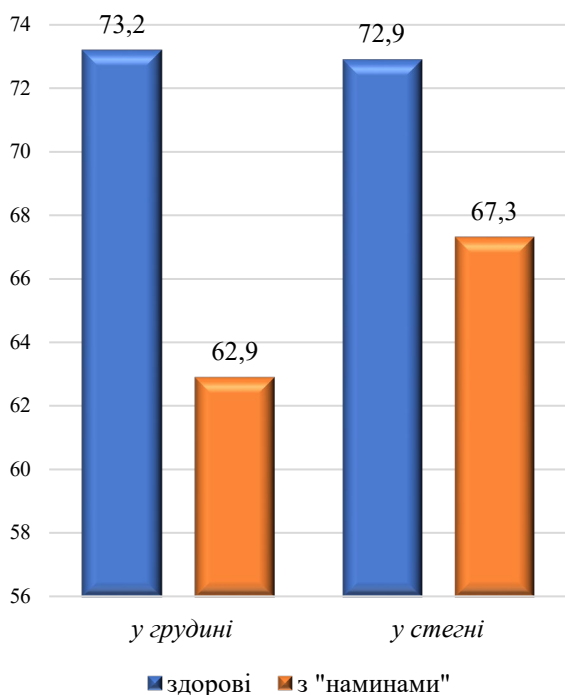


Рис. 1. Загальна кількість незамінних та замінних амінокислот у м'ясі індиків, %

За наявності у птахів на кілі «наминів» встановлено різницю як за кількістю амінокислот у різних групах м'язів, так і порівняно з їх вмістом у м'ясі здорових індиків. Так, у м'язах стегна уражених «наминами» індиків вміст амінокислот був більшим

на 4,4 %, порівняно із грудиною, тоді як у здорових птахів різниця 0,3 % була на користь грудних м'язів. Порівняно зі здоровою птицею, загальний вміст амінокислот у грудині уражених птахів був меншим на 10,3 %, а в стегнових м'язах – на 5,6 %.

Висновки

1. Наявність в індиків «наминів» зумовило зменшення їх передзабійної маси (на 1499,8 г) і маси патраної тушки (на 2125,5 г). Меншою, порівняно зі здоровими птахами, була маса грудини до її зачистки та після видалення «наминів», спинки ($p < 0,05$), стегна ($p < 0,01$), голітки ($p < 0,05$) та крила і вказані різниці становили відповідно 5,3; 9,1; 13,8; 15,9; 17,4 та 8,7 %.

2. М'ясо здорових птахів і зварений із нього бульйон за органолептичними показниками суттєво перевищували аналоги, одержані від птахів з «наминами». Зокрема при оцінці м'яса за 5-бальною шкалою вірогідно вищі результати ($p < 0,001$) були за показниками, що характеризують його зовнішній вигляд, колір, запах, ніжність, смак та соковитість і встановлена різниця дорівнювала відповідно 0,9; 1,1; 1,7; 1,9; 1,3 та 1,7 бала. За дегустаційної оцінки бульйону вірогідні різниці встановлено лише за міцністю, кольором та запахом. За наваристістю, смаком і прозорістю бульйон із м'яса здорових індиків мав перевагу відповідно на 0,6; 1,2 і 2,3 бала. Загальна оцінка м'яса здорових індиків та звареного з нього бульйону була вищою на 1,7 бала.

3. Наявність «наминів» зумовила збільшення у грудних м'язах індиків на 21,3 % кількості води ($p < 0,001$) та зменшення на 17,3 % сухих речовин ($p < 0,05$) та 26,5 % – протеїну ($p < 0,001$), на 17,1 % – мінеральних речовин ($p < 0,05$) і на 0,5 % – ліпідів. У стегнових м'язах кількість води була більшою на 6,7 % ($p < 0,001$), а вміст сухих речовин – меншим на 19 % ($p < 0,05$), протеїну – на 10,9 %, мінеральних речовин – на 29 % ($p < 0,05$) і ліпідів – на 16 %. За калорійністю грудина і м'ясо стегна здорових птахів переважали аналогічні, одержані від птахів із «наминами» на 144,84 та 85,2 кДж.

4. Вміст незамінних та замінних амінокислот у грудних та стегнових м'язах індиків із «наминами» кіля був нижчим, порівняно із здоровими птахами. Вірогідні різниці кількості незамінних амінокислот у грудині були за вмістом лейцину ($p < 0,05$), лізину ($p < 0,01$), треоніну ($p < 0,05$) та фенілаланіну ($p < 0,05$), а в стегнових м'язах – метіоніну ($p < 0,05$). Із замінних амінокислот у грудині вірогідно меншим був вміст гутамінової кислоти ($p < 0,001$), оксипроліну ($p < 0,05$) і цистину ($p < 0,05$), а в м'язах стегна – гутамінової кислоти ($p < 0,001$). Загальний вміст амінокислот у грудині уражених птахів був меншим на 10,3 %, а в стегнових м'язах – на 5,6 %, порівняно зі здоровими птахами.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Al-Khalafah, H. S. (2018). Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. *Poult Sci*, 97 (11), 3807–3815. <https://doi.org/10.3382/ps/pey160>
2. Beryk, I. M., Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsienko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). *Inovatsiini tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv*. Vinnytsia: Vydavets FOP Kushnir Yu. V. [in Ukrainian]
3. DSTU 3136:2017 Ptytsia silskohospodarska dlia zaboju. Tekhnichni umovy. *Chynnyi vid: 2019-01-01*. (2017). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73413 [in Ukrainian]
4. DSTU ISO 13903:2009 Kormy dlia tvaryn. Metod vyznachennia vmistu aminokyslot (ISO 13903:2005, IDT). *Chynnyi vid: 2011-01-01*. (2009). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92096 [in Ukrainian]
5. DSTU 8253:2015 M'iaso ptytsi. Metody khimichnoho analizuvannia svizhosti. *Chynnyi vid: 2019-01-01*. (2015). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71556 [in Ukrainian]
6. DSTU 7992:2015 M'iaso ta m'iasna syrovyna. Metody vidbyrannia prob ta orhanoleptychnoho otsiniuvannia svizhosti. *Chynnyi vid: 2017-01-01*. (2015). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81075 [in Ukrainian]
7. DSTU 3136:2017 Ptytsia silskohospodarska dlia zaboju. Tekhnichni umovy. *Chynnyi vid: 2019-01-01*. (2017). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=73413 [in Ukrainian]
8. Fedyniak, R., & Peleno, R. (2022). Stocking density as a possible etiological factor in the development of keel “bubbles” in turkeys. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (106), 186–191. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10628>
9. Ivchenko, V. M., Sharandak, V. V., Denysenko, H. M., & Horbatok, O. I. (2004). *Dovidnyk sanitarno-mikrobiolohichnykh metodiv doslidzhennia produktiv ta obektiv dovkillia*. Bila Tserkva [in Ukrainian]
10. Konopelko, A., & Lyasota, V. (2022). Slaughter condition, safety and quality of slaughter products of turkeys of meat productivity in the use of prebiotic drug Actigen. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(106), 119–127. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10619>
11. Khomenko, V. I. (1998). *Praktykum z veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy z osnovamy tekhnologii ta standartyzatsii produktiv tvarynnytstva ta roslynnytstva*. Kyiv: Vetinform [in Ukrainian]
12. Kytaieva, D., & Petrov, R. (2020). The use of probiotics in the cultivation of turkeys. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22 (100), 23–27. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10004>
13. Levchenko, V. L., Vlizlo, V. V., & Kondrakhin, I. P. (2004). *Klinichna diahnostyka vnutrishnikh khvorob tvaryn*. Bila Tserkva [in Ukrainian]
14. Melekoglu, E., Cetinkaya, M. A., Kepekci-Tekkeli, S. E., Kul, O., & Samur, G. (2021). Effects of prebiotic oli-gofructose-enriched inulin on gut-derived uremic tox-ins and disease progression in rats with adenine-induced chronic kidney disease. *PLoS One*, 16 (10), e0258145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258145>
15. Orishniuk, O. S., & Tsap, S. V. (2020). Scientific and practical justification of the use of probiotics to improve the quality of poultry products. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8 (4), 241–245. <https://doi.org/10.32819/2020.84034>
16. Polycarpo, G. V., Cruz, V. C., Alexandre, N. C., Fascina, V. B., Souza, I. M. G. P., Cravo, J. C. M., Albuquerque, R., Sartori, J. R., & Pezzato, A. C. (2014). Effect of lipid sources and inclusion levels in diets for broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66 (2), 519–528. <https://doi.org/10.1590/1678-41626629>
17. Pravyla peredzabiinoho ohliadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy miasa ta miasnykh produktiv. *Nakaz № 28 vid 07.06.2002* (2002). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-02#Text> [in Ukrainian]
18. Stybel, V., Guttyj, B., Hariv, I., Slivinska, L., & Prijma, O. (2019). Effect of “Amprolinsyl” and “Amprolium 22 %” on morphological indices of blood of turkeys for eumeria invasion. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (94), 157–162. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9429>
19. Yakubchak, O. M., Kozlovska, G. V., & Bilyk, R. I. (2016). Poultry meat: peculiarities of morphological and chemical composition. *Modern Poultry Farming*, 2, 6–7.
20. Yakubchak, O. M., Khomenko, V. I., & Tiutiunyk, A. I. (2002). *Veterynarno-sanitarna ekspertyza miasa pry zaboju khvorykh tvaryn: Metodychni vkazivky*. Kyiv [in Ukrainian]
21. Yakubchak, O. M. (2008). *Zbirnyk nauково-metodychnykh rekomendatsii z veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy*. Kyiv: «Bioprom» [in Ukrainian]

ORCID

- R. Fedyniak  <https://orcid.org/0000-0001-5956-911X>
R. Peleno  <https://orcid.org/0000-0002-3487-6962>



2024 Fedyniak R. And Peleno R. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Biochemical composition, safety and quality of organic honey

S. Furman¹ | D. Lisohurska¹ | O. Lisohurska¹ | L. Adamchuk² | M. Voynalovych²

Article info

Correspondence Author

S. Furman

E-mail:

svitlana.furman@ukr.net¹Polissia National University,
Sary Boulevard, 7,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine²National University of Life
and Environmental Sciences,
15 Heroiv Oborony Str.,
Kyiv, 03041, Ukraine**Citation:** Furman, S., Lisohurska, D., Lisohurska, O., Adamchuk, L., & Voynalovych, M. (2024). Biochemical composition, safety and quality of organic honey. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 199–203. doi: 10.31210/spi2024.27.01.34

The analysis of the current state of honey production in Ukraine confirms its significant importance in the global market, particularly in Europe. The success of Ukrainian beekeepers is determined not only by expanding export volumes but also by producing safe and high-quality honey, including organic varieties, providing a competitive advantage on the international market. Organic farming in Ukraine is progressing, with an increase in the production of organic products. In recent years, legislative norms and standards have been introduced to regulate organic production, contributing to its active development. The research aimed to characterize the safety and quality indicators of organic honey of various botanical origins. For the study, samples of organic honey from different botanical origins were selected, and the following indicators were determined: organoleptic (color, aroma, taste, consistency, signs of fermentation, crystallization), biochemical (moisture content, diastase activity, acidity, hydroxymethylfurfural content, proline), toxicological (content of toxic elements, pesticides, radionuclides) and pollen analysis. The pollen analysis revealed that the honey's origin was monofloral buckwheat (47 % buckwheat pollen) and polyfloral meadow (pollen grains from various species of meadow plants). The moisture content complied with national standards and regulations. The mass fraction of reducing sugars averaged 78.4 % for buckwheat honey and 81.3 % for polyfloral meadow honey. The diastase number of buckwheat honey exceeded that of polyfloral honey by 1.5 times ($p \leq 0.05$). The proline content in polyfloral honey was 1.3 times lower than in buckwheat honey ($p \leq 0.05$). Qualitative tests for the presence of honey adulteration indicated its absence in both buckwheat and polyfloral honey. The acidity of polyfloral honey was 1.3 times higher than the acidity of buckwheat honey ($p \leq 0.05$). An analysis of hydroxymethylfurfural content revealed an increase in polyfloral honey samples ($p \leq 0.05$). All samples met the requirements of national standards, regulations, and European norms. The compliance of safety indicators ensures that the honey product meets established standards and does not contain harmful substances or microorganisms that could affect consumer health. This aspect is crucial for maintaining consumer trust in honey as a safe and high-quality food product. Safety requirements include controlling production processes and honey storage, as well as adhering to norms and standards aimed at protecting consumer health. The research results indicate the absence of pesticides, heavy metals, and radionuclides in honey.

Keywords: Organic honey, biochemical composition, safety, quality, organic production, standard.

Біохімічний склад, безпечність та якість органічного меду

С. В. Фурман¹ | Д. В. Лісогурська¹ | О. В. Лісогурська¹ | Л. О. Адамчук² | М. В. Войналович²¹Поліський національний
університет,
м. Житомир, Україна²Національний університет
біоресурсів
і природокористування
України,
м. Київ, Україна

Аналіз сучасного стану виробництва меду в Україні підтверджує його важливе значення на світовому ринку, особливо в Європі. Успіх українських бджолярів визначається не лише розширенням обсягів експорту, але і виробництвом безпечного та високоякісного меду, включаючи органічний, що надає конкурентну перевагу на міжнародному ринку. Органічне сільське господарство в Україні прогресує, і спостерігається збільшення обсягів виробництва органічних продуктів. Протягом останніх років уведено законодавчі норми та стандарти для регулювання органічного виробництва, що сприяє його активному розвитку. Метою досліджень було охарактеризувати біохімічні показники та безпечність і якість органічного меду різного ботанічного походження. Для проведення досліджень були відібрані зразки органічного меду різного ботанічного походження та визначені такі показники: органолептичні (колір, аромат, смак, консистенцію, ознаки бродиння, кристалізацію), біохімічні (водність, діастазна активність, кислотність, вміст гідроксиметилфурфуролу, проліну) токсикологічні (вміст токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів) та пилоквий аналіз. Для визначення вмісту пилку конкретного виду медоносної рослини проводили аналіз морфології пилоквих зерен, встановлювали їх ботанічне походження та визначали відсоткове співвідношення. У результаті проведення пилоквого аналізу було з'ясовано, що за походженням мед був монофлорний квітковий (47 % пилку гречки (*Fagopyrum esculentum*)) та поліфлорний квітковий (пилкові зерна кількох видів лугового різнотрав'я). Вміст вологи відповідав вимогам національного стандарту та Наказу. Масова частка відновлювальних цукрів становила в середньому 78,4 % для гречаного меду і 81,3 – для поліфлорного лугового. Діастазне число гречаного меду перевищує аналогічний показник поліфлорного меду в 1,5 раза ($p \leq 0,05$). Вміст проліну у поліфлорному меді був у 1,3 раза меншим за цей показник у гречаному ($p \leq 0,05$). Результати якісної реакції на наявність пади вказали на її відсутність як у меді гречаному, так і поліфлорному. Кислотність поліфлорного меду була у 1,3 раза вищою за показники гречаного ($p \leq 0,05$). Під час аналізу вмісту гідроксиметилфурфуролу виявлено його збільшення у пробах поліфлорного меду ($p \leq 0,05$). Всі зразки відповідають встановленим вимогам національного стандарту, Наказу та європейських нормативів. Відповідність показників безпечності меду гарантує, що продукт відповідає встановленим стандартам і не містить шкідливих речовин чи мікроорганізмів, що можуть впливати на здоров'я споживача. Цей аспект має вирішальне значення для збереження довіри споживачів до меду як безпечного та якісного продукту харчування. Вимоги до безпечності включають контроль виробничих процесів і зберігання меду, а також дотримання норм і стандартів, спрямованих на захист здоров'я споживачів. Результати досліджень свідчать про відсутність пестицидів, важких металів та радіонуклідів у меді.

Ключові слова: органічний мед, біохімічний склад, безпечність, якість, органічне виробництво, стандарт.**Бібліографічний опис для цитування:** Фурман С. В., Лісогурська Д. В., Лісогурська О. В., Адамчук Л. О., Войналович М. В. Біохімічний склад, безпечність та якість органічного меду. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 199–203.

Вступ

З огляду на глобалізацію сучасного світу особливо важливим є забезпечення населення безпечними та якісними харчовими продуктами, зокрема органічними, що відповідають міжнародним стандартам [1, 2].

Органічне сільське господарство в Україні розвивається, і кількість органічної продукції зростає. За останні роки було введено законодавчі норми та стандарти для органічного виробництва, що сприяє його розвитку [3, 4].

Багато фермерів та підприємств переходять на органічне виробництво через зростання попиту на такі продукти на ринку.

Досліджено зменшення навантаження впливу сільського господарства на довкілля у разі органічного виробництва [5].

Вивчено вплив на стан здоров'я людини за умови споживання органічних харчових продуктів [6]

Також досліджено питання використання праці на органічних фермах [7].

Органічні продукти визначаються та регулюються спеціальними стандартами органічного виробництва. Основні аспекти безпечності та якості таких продуктів включають відсутність хімічних пестицидів і гербіцидів. Використання природних методів боротьби зі шкідниками та хворобами є стандартом для цього виробництва [8]. У виробництві органічних продуктів не використовують синтетичні добрива.

Органічні продукти не повинні містити генетично модифікованих організмів. Це віддзеркалює прагнення до природних та традиційних методів сільського господарювання. Щоб мати статус органічного, продукти повинні відповідати конкретним стандартам, які встановлюються відповідними організаціями та урядовими установами. Ці стандарти включають вимоги до виробництва, обробки, транспорту та упаковки продуктів. Багато країн мають свої системи сертифікації для органічних продуктів. Наявність сертифіката органічного виробництва свідчить про те, що продукт відповідає встановленим стандартам. Виробники органічних продуктів часто акцентують на прозорості та відкритості у виробництві. Споживачі можуть відстежувати шлях продукту від ферми до столу та дізнатися про умови виробництва. Досліджено також урожайність та стабільність в органічних та конвенційних системах сільського господарювання [9].

В Україні національне законодавство визначає принципи державного контролю та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів, включаючи апіпродукти [10–12]. Серед останніх особливе місце займає мед, який визнаний популярним та корисним, зважаючи на його властивості та широке застосування [13;14].

Органічний мед виробляється з використанням методів, що відповідають стандартам органічного виробництва. Оператори ринку уникають використання хімічних пестицидів та гербіцидів, дотримуються стандартів гуманного ставлення до бджіл та не використовують антибіотики. Органічний

мед має вищу цінність через відсутність залишків хімічних речовин та більш природні умови вирощування. Дослідження стану бджільництва в розрізі областей України визначає важливу роль цієї галузі для забезпечення населення корисними харчовими продуктами [15]. Успіх українських бджолярів визначається не лише збільшенням обсягів експорту, але й виробництвом безпечного та якісного меду, зокрема органічного, що надає конкурентну перевагу на міжнародному ринку.

Мета дослідження

Метою досліджень було охарактеризувати біохімічні показники та безпечність і якість органічного меду різного ботанічного походження.

Завдання включало формування бджолиних сімей-аналогів, відбір зразків органічного меду і визначення біохімічного складу та показників безпечності і якості.

Матеріали і методи

Для проведення досліджень були відібрані зразки органічного меду різного ботанічного походження та визначені біохімічні показники та показники безпечності і якості. Визначення органолептичних (колір, аромат, смак, консистенція, ознаки бродіння, кристалізація) і біохімічних (пилковий аналіз, водність, діастазна активність, кислотність, вміст гідроксиметилфурфуролу, проліну) показників та пилковий аналіз згідно з ДСТУ 4497:2005. Технічні умови [16]. Також були визначені показники безпечності (вміст токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів) [17–22].

З метою визначення ботанічного походження меду проводили пилковий аналіз та визначення кількості пилових зерен. Для визначення кількості пилових зерен у меді підраховували їх загальну кількість у полі зору мікроскопа. Частку пилку певного виду медоносу визначали шляхом морфологічного опису пилових зерен [23].

Для статистичної обробки результатів досліджень використовували програму Microsoft Excel 2017.

Результати та їх обговорення

Пилковий аналіз є ефективним методом визначення ботанічного походження меду, оскільки пилок, який потрапляє до меду від рослин, відображає специфічні характеристики рослинного світу та екосистеми.

У результаті проведення пилкового аналізу було встановлено, що за походженням мед був монофлорний квітковий (47 % пилку гречки (*Fagopyrum esculentum*) та поліфлорний квітковий (пилкові зерна кількох видів лугового різотрав'я).

Характерні особливості форм та структури пилку гречки дозволили ідентифікувати види рослин у меді. Такі дослідження важливі для підтвердження автентичності та географічного походження меду, а також для визначення різноманітності ботанічних ресурсів у конкретному регіоні.

Отримані результати можуть бути використані для підтвердження маркування продукту та надання споживачам інформації про те, що мед був моно- та поліфлорний квітковий. Такий підхід допомагає в дотриманні високих стандартів якості меду та забезпечує споживачам достовірну інформацію про склад та походження продукту.

Параметри, яким має відповідати мед для вступу на ринок Європейського Союзу, визначені у Директиві Ради 2001/110/ЄС [24], інкорпоровані у національний стандарт через Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України під номером 330. Цей наказ встановлює критерії для якості меду. Відповідно до цих вимог, мед вважається монофлорним, якщо у його складі виявлено не менше 30 % пилку одного виду медоносу.

У табл. 1 представлені органолептичні показники органічного меду залежно від ботанічного походження.

Таблиця 1

Органолептичні показники органічного меду залежно від ботанічного походження (n=30)

Показники	Монофлорний квітковий (гречаний)	Поліфлорний квітковий (луговий)
Колір	темно-коричневий	жовтий
Аромат	приємний специфічний	приємний специфічний
Смак	приємний, терпкий, подразнює слизову оболонку ротової порожнини	солодкий,приємний, без стороннього присмаку
Консистенція	рідка	рідка
Кристалізація	відсутня	відсутня

Видимих ознак бродіння не спостерігали. Визначення вмісту води у меді є важливим показником цього продукту. Вміст води у меді є одним із критеріїв, які визначають його якість та стандартизують виробництво. Високий вміст води у меді може вказувати на низьку концентрацію цукрів та інших корисних речовин, що впливає на його якість та тривалість зберігання. Низький вміст води є важливим для стабільності та довготривалого зберігання меду, адже вода може стимулювати розвиток мікроорганізмів та сприяти кристалізації.

Відповідно до стандарту, вміст вологи у меді не може перевищувати 21 % для першого гатунку та 18,5 % – для вищого гатунку (табл. 2). Згідно з вимогами Наказу 330, максимальний допустимий вміст вологи в меді не повинен перевищувати 20 %.

Одержані результати свідчать про відповідність вмісту вологи у меді національному стандарту та Наказу.

Масова частка відновлювальних цукрів становила в середньому 78,4 % для гречаного меду і 81,3 – для поліфлорного лугового. За вимогами стандарту цей показник не повинен бути нижчим за 70 %, а за вимогами Наказу – не менше ніж 60 г/100 г.

Кількість сахарози у меді, згідно з вимогами Наказу, повинна залишатися не більше 5 г на 100 г продукту, що еквівалентно 5 %. Згідно зі стандартом, максимальна допустима кількість сахарози не

повинна перевищувати 6 %. Отримані результати свідчать про відповідність цього показника вимогам як стандарту, так і Наказу.

Таблиця 2

Біохімічні показники органічного меду, %

Біохімічні показники	Монофлорний квітковий (гречаний)	Поліфлорний квітковий (луговий)
Вміст води, %	18,2±0,32	19,8±0,10
Масова частка відновлювальних цукрів (до безводної речовини),%	78,4±1,25	81,3±2,36
Масова частка сахарози (до безводної речовини),%	2,7 ±0,2	3,1±0,3
Діастизна активність меду, од. Готе	19,1±0,92	12,8±1,11
Вміст проліну, мг на 1 кг	360,5±10,1	278,3±13,4
Якісна реакція на наявність паді	негативна	негативна

Діастизне число меду – це показник, який характеризує активність ферменту діастази в меді. Діастиза – це група ферментів, які розкладають складні цукри, зокрема крохмаль і декстрин, на прості цукри, такі як мальтоза та глюкоза. Визначення діастизного числа є важливою характеристикою для якості і подальшого використання меду. Діастиза у меді може бути визначена в од. Готе або за шкалою Шейда, що є одиницями активності ферменту. Це важливий показник при визначенні ступеня обробки меду.

Відповідно до стандартів, для високоякісного меду діастизне число повинно бути 15,0 одиниць Готе, а для першого гатунку – 10,0. Згідно з вимогами Директиви та Наказу, вміст діастази не повинен бути менше 8 одиниць за шкалою Шейда.

Отримані дані вказують на те, що діастизне число гречаного меду перевищує аналогічний показник поліфлорного меду в 1,5 раза ($p \leq 0,05$).

Пролін є амінокислотою, що входить до складу білка, і його висока концентрація свідчить про високу якість меду. Пролін відіграє важливу роль у формуванні смаку, аромату та якості меду, і його вміст є важливим елементом для оцінки цінності цього природного продукту. Результати досліджень показали, що вміст проліну у поліфлорному меді був у 1,3 раза менше за цей показник у гречаному ($p \leq 0,001$).

Результати якісної реакції на наявність паді вказали на її відсутність як у меді гречаному, так і поліфлорному.

Мед включає як органічні, так і неорганічні кислоти, і їх кількість залежить від багатьох факторів, таких як медозбір, ботанічне походження та інші чинники, визначається показником кислотності. Під час зберігання кислотність збільшується через утворення органічних кислот з цукрів.

Порівняльний аналіз національних і міжнародних вимог показав розбіжність у цих показниках. Згідно з державним стандартом, кислотність меду не повинна перевищувати 40 та 50 мекв/кг для меду вищого та першого гатунку відповідно. Однак, згідно з вимогами Директиви та Наказу, цей показник

не повинен перевищувати 50 мекв/кг. Результати визначення загальної кислотності зразків меду представлені на рис. 1.

Кислотність поліфлорного меду була у 1,3 раза

вище за показники гречаного ($p \leq 0,05$).

Під час аналізу вмісту гідроксиметилфурфуролу виявлено його збільшення у пробах поліфлорного меду (рис. 2).

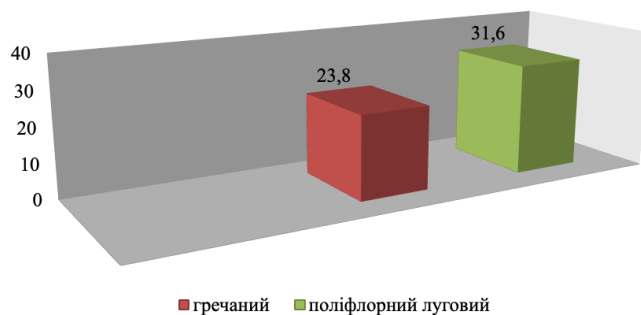


Рис. 1. Кислотність органічного меду

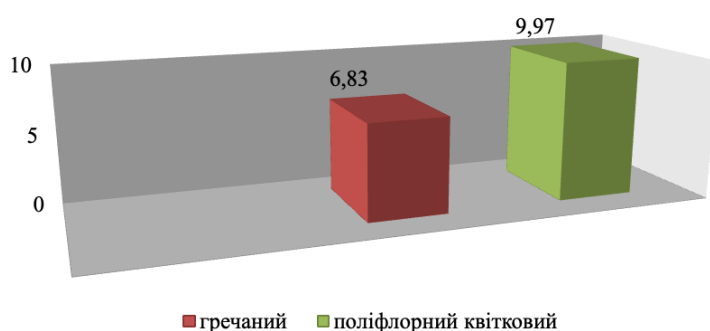


Рис. 2. Вміст гідроксиметилфурфуролу у органічному меді

Різниця є статистично значущою при рівні значимості $p \leq 0,05$. Усі зразки відповідають встановленим вимогам національного стандарту, Наказу та європейських нормативів.

Відповідно до національного стандарту, цей показник не повинен перевищувати 10 мг/кг (для вищого гатунку) та 25 мг/кг (для першого гатунку).

Згідно з вимогами Директиви та Наказу, вміст гідроксиметилфурфуролу не повинен перевищувати 40 мг/кг.

Безпечність меду визначається за допомогою різних показників, які включають вміст токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів та інших забруднювачів.

Відповідність показників безпеки меду гарантує, що продукт відповідає встановленим стандартам і не містить шкідливих речовин чи мікроорганізмів, що можуть впливати на здоров'я споживача. Цей аспект має вирішальне значення для збереження довіри споживачів до меду як безпечного та якісного продукту харчування. Вимоги до безпеки включають контроль виробничих процесів і зберігання меду, а також дотримання норм і стандартів, спрямованих на захист здоров'я споживачів.

Мед повинен відповідати встановленим нормам щодо вмісту токсичних елементів, таких як свинець, цинк, кадмій та інші. Токсичні елементи в меді можуть представляти загрозу для здоров'я споживачів, якщо їх вміст перевищує встановлені вимоги. Пестициди у мед можуть потрапляти

в результаті обробки рослин або забруднення довкілля. Результати досліджень свідчать про відсутність пестицидів, важких металів та радіонуклідів у меді.

Висновки

У результаті проведення пилкового аналізу було встановлено, що за походженням мед був монофлорний квітковий (47 % пилку гречки (*Fagopyrum esculentum*) та поліфлорний квітковий (пилкові зерна кількох видів лугового різнотрав'я). Вміст вологи відповідав вимогам національного стандарту та Наказу. Масова частка відновлювальних цукрів становила в середньому 78,4 % для гречаного меду і 81,3 – для поліфлорного лугового. Діастиазне число гречаного меду перевищує аналогічний показник поліфлорного меду в 1,5 раза ($p \leq 0,05$). Вміст проліну у поліфлорному меді був у 1,3 раза менше за цей показник у гречаному ($p \leq 0,05$). Результати якісної реакції на наявність паді вказали на її відсутність як у меді гречаному, так і поліфлорному. Кислотність поліфлорного меду була у 1,3 раза вище за показники гречаного ($p \leq 0,05$). Під час аналізу вмісту гідроксиметилфурфуролу виявлено його збільшення у пробах поліфлорного меду ($p \leq 0,05$). Усі зразки відповідають встановленим вимогам національного стандарту, Наказу та європейських нормативів. Вимоги до безпеки включають контроль виробничих процесів і зберігання меду, а також

дотримання норм і стандартів, спрямованих на захист здоров'я споживачів. Результати досліджень свідчать про відсутність пестицидів, важких металів та радіонуклідів у меді.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з визначенням наявності антибіотиків у меді, а також з розробкою ефективних стратегій контролю та моніторингу їх використання.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Council of the European Union: Council Regulation No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. (2007). *Official Journal of the European Union L*, 189, 1–23.
2. European Commission: Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. (2008). *Official Journal of the European Union L*, 250, 1–84.
3. Pro osnovni pryntsypy ta vymohty do orhanichnoho vyrobnytstva, obihu ta markuvannia orhanichnoi produktsii: *Zakon Ukrainy vid 10 lypnia 2018 roku № 2496-VIII*. (2018). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text> [in Ukrainian]
4. Seufert, V., Ramankutty, N., & Mayerhofer, T. (2017). What is this thing called organic? – How organic farming is codified in regulations. *Food Policy*, 68, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.12.009>
5. Muller, A., Bautze, L., Meier, M., s Gatteringer, A., Gall, E., Chatziniakolaou, E., Meredith, S., Ukas, T., & Ullmann, L. (2016). *Organic farming, climate change mitigation and beyond: reducing the environmental impacts of EU agriculture*. Brussels: IFOAM EU. Retrieved from: https://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/ifoameu_advocacy_climate_change_report_2016.pdf
6. Kesse-Guyot, E., Baudry, J., Assmann, K. E., Galan, P., Hercberg, S., & Lairon, D. (2017). Prospective association between consumption frequency of organic food and body weight change, risk of overweight or obesity: results from the NutriNet-Santé Study. *British Journal of Nutrition*, 117 (2), 325–334. <https://doi.org/10.1017/s0007114517000058>
7. Orsini, S., Padel, S., & Lampkin, N. (2018). Labour use on organic farms: a review of research since 2000. *Organic Farming*, 4 (1). <https://doi.org/10.12924/of2018.04010007>
8. Romanchuk, L. D., Lisohurska, O. V., & Furman, S. V. (2020). Natural spruce extract is an effective remedy to fight against varroaosis in organic beekeeping. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (6), 38–41. https://doi.org/10.15421/2020_254
9. Schrama, M., de Haan, J. J., Kroonen, M., Verstegen, H., & Van der Putten, W. H. (2018). Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 256, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.023>
10. Pro derzhavnyi kontrol za dotrymanniam zakonodavstva pro kharchovi produkty, kormy, pobichni produkty tvarynnoho pokhodzhennia, zdorovia ta blahopoluchchia tvaryn: *Zakon Ukrainy vid 31.12.2023 № 2042-VIII*. (2023). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text> [in Ukrainian]
11. Pro zatverdzhennia Vymoh do medu: *Nakaz Ministerstva ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy № 330 vid 19 chervnia 2019 r.* (2019). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0725-19#Text> [in Ukrainian]
12. Pro osnovni pryntsypy ta vymohty do bezpechnosti ta yakosti kharchovykh produktiv: *Zakon Ukrainy vid 23.12.1997 r. № 771/97-VR*. (1997). Retrieved from: <https://ips.ligazakon.net/document/Z970771?an=748971> [in Ukrainian]
13. Orobchenko, O. L., Paliy, A. P., Paliy, A. P., Petrov, R. V., Musiienko, O. V., Kysterina, O. S., Prykhodko, M. F., Furman, S. V., Lisohurska, D. V., & Lisohurska, O. V. (2021). Content of inorganic elements in honey and imago samples from different regions of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 188–198. https://doi.org/10.15421/2021_16
14. Sidashova, S., Adamchuk, L., Yasko, V., Kirovich, N., Lisohurska, D., Postoienko, H., Lisohurska, O., Furman, S., & Bezditko, L. (2022). The inhibitory effect of Ukrainian honey on probiotic bacteria. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 149–160. <https://doi.org/10.5219/1721>
15. Lisohurska, O. V., Lisohurska, D. V., Sokolyuk, V. M., Furman, S. V., Kryvyi, M. M., & Ligomina, I. P. (2020). Inventory of managed honey bee population in Zhytomyr region (Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 123–137. https://doi.org/10.15421/2020_21
16. DSTU 4497:2005. *Med naturalnyi. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid: 2007-01-01*. (2005). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84219 [in Ukrainian]
17. Pro zatverdzhennia Poriadku vidboru zrazkiv ta yikh perevezennia (peresylnannia) do upovnovazhenykh laboratorii dlia tsilei derzhavnoho kontroliu ta Formy akta vidboru zrazkiv. *Nakaz Ministerstva ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy № 490 vid 11.10.2018*. (2018). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1464-18#Text> [in Ukrainian]
18. HOST 30178-96 Sirovyna i produkty kharchovi. Atomno-absorbtsiyni metod vyznachennia toksychnykh elementiv. *Chynnyi vid: 2002-01-01*. (2001). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=76401 [in Ukrainian]
19. DSTU 7670:2014 Sirovyna i produkty kharchovi. Hotuvannia prob. Mineralizatsiia dlia vyznachennia vmistu toksychnykh elementiv. *Chynnyi vid: 2015-07-01*. (2014). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85544 [in Ukrainian]
20. DSTU EN 12393-1:2003 Produkty kharchovi nezhyrovi. Vyznachennia vmistu zalyshkiv pestytsydiv hazokhromatohrafichnym metodom. Chastyna 1. Zahalni polozhennia (EN 12393-1:1998, IDT). *Chynnyi vid: 2005-01-01*. (2003). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=85552 [in Ukrainian]
21. Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihienichnykh normatyviv Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv ¹³⁷Cs ta ⁹⁰Sr u produktakh kharchuvannia ta pytnii vodi. *Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 3 travnia 2006 roku № 256*. (2006). Retrieved from: <https://ips.ligazakon.net/document/re12719> [in Ukrainian]
22. Pro zatverdzhennia Metodichnykh vkazivok "Vidbir prob, pervynna obroba ta vyznachennia vmistu ⁹⁰Sr ta ¹³⁷Cs v kharchovykh produktakh". *Nakaz №446 vid 11 serpnia 2008 r.* (2008). Retrieved from: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ8534> [in Ukrainian]
23. Adamchuk, L., Sukhenko, V., Akulonok, O., Bilotserkivets, T., Vyshniak, V., Lisohurska, D., Lisohurska, O., Slobodyanyuk, N., Shanina, O., & Galyasnyj, I. (2020). Methods for determining the botanical origin of honey. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 483–493. <https://doi.org/10.5219/1386>
24. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. *Official Journal of the European Communities*, L 10/47, 47–52.

ORCID

- S. Furman  <https://orcid.org/0000-0002-1079-5797>
D. Lisohurska  <https://orcid.org/0000-0002-2559-6520>
O. Lisohurska  <https://orcid.org/0000-0002-3553-9351>
L. Adamchuk  <https://orcid.org/0000-0003-2015-7956>
M. Voynalovych  <https://orcid.org/0000-0003-1600-6573>



© 2024 Furman S. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Injury of the distal division of the extremities of cows

S. Kulynych✉ | A. Klymas

Article info

Correspondence Author

S. Kulynych

E-mail:

sergii.kulynych@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian
University,
1/3 Skovorody Str.,
Poltava, 36003, Ukraine

Citation: Kulynych, S., & Klymas, A. (2023). Injury of the distal division of the extremities of cows. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 204–210. doi: 10.31210/spi2024.27.01.35

Health in cattle is largely determined by the condition of the hoof, since in order to ensure high productivity, the distal section of the cow's limb requires special attention in respect of compliance with anatomical norms and physiological parameters. Hoof need regular care and preventive trimming to prevent disease. Periodic monitoring of their condition not only prevents the development of many pathologies, but also makes it possible to notice dangerous signs – cracks, hemorrhages in the solea unguiae, punctures, purulent pododermatitis, phlegmons of the coronet. The distribution of hoof lesions is established based on historical data, clinical examination, as well as monitoring data obtained during hoof trimming. Hoof trimming is carried out for preventive purposes and to prevent the spread of their diseases, create normal conditions for the growth of the hoof horn and prevent various mechanical damage. It should be borne in mind that hoof damage in cows leads to a sharp decrease in cattle productivity, and in complicated cases can cause premature culling. That is why the existence of prognostic data on the spread of hoof lesions will ensure the ability to prevent the development of hoof lesions in a timely manner. The goal of the work was to identify predictive patterns of formation of pathological processes in cattle in the distal limb on the basis of the analyzed literature and establish their spread depending on productivity, various conditions and containment systems, including climatic influences. Based on the obtained data, a group of criteria can be established in the future, according to which the health status of cow hooves can be monitored, possible formation of pathological processes in them and spread can be predicted. The development of prognostic criteria for this disease will help raise awareness of lameness in dairy cows and will contribute to the totality of understanding of this group of pathologies. The results of the study suggest that the creation of comprehensive computer programs to predict the possible lameness is the first step in planning measures aimed at reducing lameness and hoof lesions.

Keywords: cattle, animal welfare; hoof lesion; impaired gait, prevalence.

Травматизм дистального відділу кінцівок у корів

С. М. Кулинич | А. Р. Климась

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Здоров'я великої рогатої худоби багато в чому визначається станом копитець, оскільки для забезпечення високої продуктивності дистальний відділ кінцівки корів потребує особливої уваги. Для попередження захворювань копит потрібен регулярний догляд та профілактична обрізка. Періодичний моніторинг їх стану не тільки запобігає розвитку багатьох патологій, але і дає змогу помітити небезпечні ознаки – тріщини, крововиливи у підшову, проколи, гнійні пододерматити, флегмони вінчика. Встановлення поширення уражень копитець здійснюється на основі анамнестичних даних, клінічного огляду, а також моніторингових даних, отриманих при їх розчищенні. Обрізання копитець здійснюється з профілактичною метою, створення нормальних умов росту копитного рогу та запобігання різним механічним пошкодженням. Необхідно мати на увазі, що ураження копитець у корів призводить до різкого зниження продуктивності, а в ускладнених випадках може спричинювати передчасне вибракування. Саме тому наявність прогностичних даних щодо поширення уражень копитець забезпечить змогу своєчасно профілакувати хвороби копитець. Метою роботи було виявити на основі проаналізованих даних літератури прогностичні закономірності формування у корів патологічних процесів дистального відділу кінцівок та встановлення їх поширення залежно від продуктивності, різних умов та систем утримання, зокрема і кліматичних впливів. Отримані дані сприятимуть формуванню критеріїв, за якими можна відстежувати стан здоров'я копитець корів, передбачити можливе формування в них патологічних процесів. Розробка прогностичних критеріїв щодо цього захворювання допоможе підвищити обізнаність спеціалістів відповідного профілю про кульгавість у молочних корів та загалом розширить наявні дані щодо зазначеної групи патологій. Результати огляду свідчать про те, що створення комплексних комп'ютерних програм щодо прогнозування можливого поширення кульгавості є першим кроком до планування заходів, спрямованих на зменшення кульгавості та уражень копит.

Ключові слова: велика рогата худоба, добробут тварин, ураження копит, порушення ходи, поширеність, фактори ризику.

Бібліографічний опис для цитування: Кулинич С. М., Климась А. Р. Травматизм дистального відділу кінцівок у корів. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 204–210.

Особливу увагу варто приділяти копитцям, здоровий стан яких є критичним фактором на фермах із безприв'язним утриманням. Адже саме там корові доводиться досить багато ходити по твердому бетону підлоги, долаючи шлях до кормового столу, поїлок, у доїльний зал. Від цього копитця швидко зношуються і частіше неправильно, що стимулює зростання рогового шару в них [1].

N. Bell, J. Webster зазначають, що кульгавість – це поведінковий прояв болю або дисфункції опорно-рухового апарату. Кульгавість спричинена низкою захворювань, що вражають різні частини опорно-рухового апарату, і як така є багатфакторною та різноманітною за проявом. Цей стан включає ураження опорно-рухового апарату кінцівок і тулуба; неврологічні розлади, такі як параліч нервів; а також травми та інфекції шкірного покриву, включаючи копита і пальцеву шкіру. Оскільки різноманітні патологічні процеси вражають так багато різних анатомічних структур, точна діагностика та встановлення поширення, а також причини кульгавості, на їхню думку, є складним завданням, але необхідним для оптимізації роботи, профілактики та контролю патології [2].

Слід зауважити, що у світовому масштабі хвороби кінцівок у корів, і, особливо випадки їх травмування є достатньо поширеним явищем, про що зазначають у своїх працях багато вчених.

Зокрема, дослідження, проведені в Альберті (Канада), свідчать, що у 28-ми корів на 156-ти молочних фермах спостерігали ураження дистального відділу кінцівки та пов'язані з цим фактори ризику. Як зазначають дослідники, ступінь розповсюдження патології дистального відділу відрізнявся між фермами залежно від того, у якій частині тварин проводили розчистку. Так, автори провели обрізку рогової капсули $\geq 80\%$ лактуючих корів на 69 фермах (8020 корів) і на інших 87 фермах обрізку проводили у $< 80\%$ лактуючих корів (20587 корів). Було встановлено, що розповсюдження ортопедичної патології було вірогідно вищим для останнього варіанту розчистки копитець. Щодо нозологічних форм, то встановлено, що на фермах був найпоширенішим пальцевий дерматит, його діагностували у 15 % корів і 94 % поголів'я. Виразки підшви виявлені у 6 і 4 % корів і білої смуги, відповідно у 92 і 93 % поголів'я. Інші інфекційні ураження та деформації у вигляді клишоногих копитець виявлено від 1 до 2 % корів і від 62,0 до 78,0 % стад [3].

M. Holzhauser, C. Hardenberg, C. Bartels et al. у своєму дослідженні оцінювали поширеність альцевого дерматиту і пов'язаних з ним факторів ризику в Нідерландах. Інформацію дослідники збирали при обрізці копитець у молочних корів у 383-х стадах. Установлено, що пальцевий дерматит був діагностований у 21,2 % досліджуваної популяції (n=22 454 корів). Поширеність патології серед корів на різних фермах коливалася від 0 % до 9,1 % (за результатами обстеження стад до 83,0 %) [4].

M. B. Sadiq, S. Z. Ramanoon, W. M. Shaik Mossadeq et al. зазначають, що кульгавість є основною проблемою добробуту молочних корів. У дослідженні

на молочних фермах чотирьох штатів на півострові Малайзія вони вивчали локальні фактори, які безпосередньо впливали на тварину, та системні, що здійснювали свій вплив на все наявне поголів'я і призводили до формування кульгавості. Досліджена популяція становила 1001 лактуючу корову з 28-ми молочних ферм, розташованих у Селангорі (n=9), Пераку (n=8), Негері-Сембілані (n=6) і Джохорі (n=5). Автори встановили, що поширеність кульгавості в корів становила 34,2 %, причому на всіх фермах був принаймні один випадок кульгавості. Ураження копитець зафіксовано у 470 корів. З них 78,9 % уражень були присутні на тазових кінцівках, а у 25,5 % було уражено більше однієї кінцівки. Частина корів із неінфекційними та інфекційними ураженнями копитець становила 81,9 % та 18,1 %, і переважно ураженнями копитець були виразки підшви (24,9 %), хвороба білої лінії (19,6 %), крововилив у підшву (10,2 %), набряк вінчика (9,6 %), міжпальцеві виразки копитець (8,4 %) та пальцевий дерматит (5,6 %). Корови третьої або більше лактацій мали вищу ймовірність кульгавості (95 %) порівняно з коровами, що народили. Встановлено, що ймовірність кульгавості була вищою на фермах із високою щільністю поголів'я, доріжками з бетонною підлогою, брудною підлогою [5].

Salfer J. A., Siewert J. M., Housing M. I. E. у перехресному дослідженні описали практику утримання та управління на фермах з використанням автоматичних систем доїння (AMS) у двох штатах Середнього Заходу з метою оцінити зв'язок різних факторів утримання та управління за трьома показниками добробуту тварин: поширеність кульгавості, важкі ураження тарсальних суглобів і забруднення корів. Автори дослідили 54 ферми. Для збору вимірювань і спостережень опитували виробників молока та провели оцінку корів при пересуванні, дослідили ураження тарсальних суглобів і їх гігієну. Було з'ясовано, що стан поверхні підлоги для відпочинку корів значною мірою був пов'язаний із поширеністю кульгавості та сильної кульгавості. Ферми із безприв'язним способом утримання корів (17,4 %) мали значно нижчу поширеність кульгавості (оцінка ≥ 3 за шкалою від 1 до 5, де 1 = нормальне пересування), ніж ферми з тим же способом та гумовим покриттям підлоги у стійлах (30,5 %) [6].

Tiago Facury Moreira, Rafael Romero Nicolino, Leandro Silva de Andrade et al., зазначають, що на сьогодні мало відомо про кульгавість та її причини у худоби, яка утримується на випасах в умовах тропічного клімату. Науковці виявили поширеність уражень копит і кульгавість у молочних стадах великої рогатої худоби, що випасається цілорічно у тропічних умовах, а також визначили основні ураження, пов'язані з кульгавістю. Було досліджено 48 ферм, розташованих у штаті Мінас-Жерайс (Бразилія). Встановлено, що серед 2267-х оцінених корів у період лактації у 6,0 % діагностували кульгавість середнього ступеня та у 7,0 % – сильного ступеня. Дослідники зазначили, що корови мали принаймні один тип ураження копит, з яких найбільш поширеними були ерозія п'яtkового рогу (90,0 %), тріщина білої лінії (50,0 %) і пальцевий дерматит

(33,0 %). Ерозія п'яткового рогу з різним відсотком поширення була діагностована у корів на всіх фермах, а пальцевий дерматит у 96,0% тварин обстежених ферм. Результати дослідження демонструють, що пальцевий дерматит і тріщина білої лінії є основною проблемою та найбільшою причиною кульгавості худоби, яка випасається у тропічних умовах [7].

Tiago F. Moreira, Rafael R. Nicolino, Rodrigo M. Meneses et al. зазначають, що вони виявили фактори, пов'язані з розвитком кульгавості та ураженням копитець у молочних корів, які випасаються цілий рік у Мінас-Жерайс (Бразилія). Автори оцінили 2262 корови на показник рухливості (0–3) і 392 корови на ураження дистального відділу. Встановлено, що факторами, які призводили до кульгавості, були такі: тривалий час перебування в загоні у період посухи та погана гігієна. Факторами, які безпосередньо впливали на ступінь поширення ортопедичної патології, були такі: тип підлоги, порушення гігієни, (незадовільна чистота кінцівок, надмірно тривале утримання тварин у загоні, недостатня частота прибирання). Останні своєю чергою призводили до поширення інфекційних уражень копитець. Результати дослідження свідчать про те, що покращення гігієнічних умов, характеристик підлоги є першим кроком до планування заходів, спрямованих на зменшення кульгавості [8].

Michelle van Huyssteen, Herman W. Barkema, Steve Mason et al. підтверджують положення про те, що кульгавість є значною проблемою для здоров'я та добробуту молочної худоби, яка дуже поширена у стадах Північної Америки. Дослідники надали оновлену інформацію щодо поширеності кульгавості та уражень копит у тварин за умови безприв'язного утримання. Вони з'ясували, що середня поширеність кульгавості у тварин наявного поголів'я становила 10% інфекційного походження та 15% неінфекційного [9].

Bethany E. Griffiths, Dai Grove встановили середнє значення поширеності кульгавості на фермі. Виявлено показник поширення $31,6\% \pm 13,9$. Загалом було оцінено рухливість 14 700 корів, з яких 4 145 виявились кульгаючими (28,19%); 536 корів мали високий ступінь кульгавості (що становило 3,65% досліджених корів). Повторюваність оцінки рухливості дослідники оцінювали, досліджуючи одне стадо (189 дійних корів) двічі в той же день. Було виявлено, що поширеність кульгавості у стаді становила 27,5 і 28,0% (ранкове і денне доїння відповідно) [10].

João Sucena Afonso, Mieghan Bruce, Patrick Keating, et al. наводять у своєму дослідженні зведені дані щодо частоти кульгавості, які вказують на високий рівень захворювання: приблизно 30,0% британської молочної худоби страждає на патології в ділянці пальця протягом року [11].

Такі дані щодо захворюваності корів підтверджено і у праці Owen Atkinson, який встановив поширеність кульгавості в молочних стадах Великої Британії. Остання оцінюється приблизно у 30–32%. До того ж дослідник зазначає,

що більшість фермерів можуть некоректно висвітлювати цей показник [12].

Joris R. Somers, Jon N. Huxley, Michael L. Doherty and et al. наводять дані, що кульгавість корів багато в чому обумовлені умовами утримання корів. Некомфортна поверхня стійла та недостатня глибина підстилки, а також абразивна поверхня підлоги є факторами, що сприяють підвищенню рівня кульгавості. Дослідники виявили ризик розвитку кульгавості в перші 150 днів лактації. Дані про кульгавість були зібрані з 10-ти молочних стад на пасовищах. Усього було обстежено 1715 корів. Зв'язки між станом кульгавості та потенційними локальними факторами ризику були визначені за допомогою багатофакторної логістичної регресії. Було з'ясовано, що відсоток кульгаючих на фермі корів був у межах 3,9% [13].

Jay Tunstall, Karin Mueller, Dai Grove-White et al. у своєму дослідженні висвітлили, що британські фермери, які вирощують худобу м'ясного напрямку, вважають, що поширеність кульгавості на їхніх фермах є загалом низькою [14].

Водночас Laura Vee Randall, Heather J Thomas, John G Remnant зазначають, що отримання точних оцінок рівня кульгавості в молочному стаді є складним завданням через труднощі в точному відборі тварин. Точне кількісне визначення рівня захворюваності стада на кульгавість є проблематичним, тому що більшість наявної інформації базується на суб'єктивно отриманому матеріалі [15].

M. Jewell, M. Cameron J. Spears et al. визначили поширеність кульгавості та дослідили потенційні фактори ризику в морських провінціях Канади. У корів з безприв'язним способом утримання (46 ферм) та на 33-х фермах із прив'язаним способом утримання в Новій Шотландії Нью-Брансвіку та на острові Принца Едуарда оцінювали потенційні фактори ризику, що призводили до розвитку кульгавості. Поширеність кульгавості становила 21,0% для великої рогатої худоби, яка утримувалася безприв'язно, і 15% для великої рогатої худоби, що утримувалася стійлово. Встановлено, що за умови першого типу утримання тварини мали вищі шанси щодо появи кульгавості, коли корови проводили ≥ 3 год./день у зоні утримання для доїння порівняно з тими, хто проводив < 3 год./день. Серед корів вищу ймовірність кульгавості спостерігали, коли підстилка була вологою, ніж коли вона була сухою [16].

D. S. Beggs, E. C. Jongman, P. H. Hemsworth, A. D. Fisher et al. зазначають, що на австралійських пасовищних фермах, де корови можуть часто проходити кілька кілометрів і стояти кілька годин на добу. Потенційний ризик розвитку кульгавості може бути обумовлений тим, що поки тварини чекають на доїння, вони тривалий час стоять у переповненому дворі з бетонною підлогою. Внаслідок цього анатомічні структури пальця за умов тривалого стояння на твердій бетонній підлозі зазнають надмірного перевантаження. Кілька досліджень показали, що фермери схильні недооцінювати випадки кульгавості. Дослідники оцінили 19154 корів на 50 фермах на кульгавість у стадних групах

приблизно від 100 до 1000 корів. Встановлено, що фермери недооцінили поширеність кульгавості, діагностуючи лише 20–25% випадків, виявлених формальною оцінкою кульгавості всього стада. Водночас за даними авторів, реальний ступінь поширеність кульгавості вищий практично вдвічі [17].

Згідно з даними J. P. Wilson, M. J. Green, L. V. Randall et al., ураження копитного рогу вважають найпоширенішою причиною кульгавості на молочнотварних фермах. Незважаючи на їх поширеність, патологічні механізми та стратегії профілактики залишаються недостатньо вивченими. Дослідники провели 34-місячне рандомізоване контрольоване дослідження, щоби виявити ефективність нестероїдного протизапального препарату кетопрофеном. Результати досліджень свідчать, що застосування такого лікування призвело до зниження поширеності кульгавості в популяції приблизно на 10% і поширеності тяжкої кульгавості на 3% порівняно з тваринами, які отримували лікування відповідно до традиційної схеми [18].

Kofler J., Fürst-Waltl B., Dourakas M. зазначають, що вплив кульгавості на надої молока у молочних корів вже неодноразово досліджувався вченими в багатьох країнах, але при цьому найчастіше брали до уваги майже виключно показники локомоції ≥ 3 . Автори оцінили у корів трьох молочних порід великої рогатої худоби (Fleckvieh, Braunvieh, Holstein-Friesian) вплив кульгавості на надої та вміст у сухих речовин у молоці протягом одного періоду лактації. Загалом було оцінено набори даних 4005-х корів із 144-х молочних ферм по всій Австрії. Використовували дві статистичні моделі, фіксовані ефекти лактації та руху, породи, ферму, рік і сезон отелення, кількість діб доїння. Ці показники були включені в аналізи молока, жиру і вихід білка. Автори з'ясували, що в перші 100 діб лактації 34,7% усіх корів були кульгаючими, при цьому у 8,1% діагностували важкий ступінь кульгавості. [19].

S. Ranjbar A. R., Rabiee L, Ingenhoff, J. K. House зазначають, що фермери, визначаючи самостійно кульгавість у молочних корів, припускаються часто помилок, занижуючи відсоток кульгаючих корів порівняно з реальною кількістю хворих корів. Автори наводять дані, що поширеність кульгавості, оцінена фермерами, була в 3,7 раза нижчою, ніж визначене за оцінкою рухових функцій середнє значення: 19,1%. Дослідники зазначають, що така ситуація обумовлена тим, що низький відсоток фермерів веде облік кульгавості або впроваджує стратегії профілактики кульгавості, такі як ванни для копитець і профілактичне обрізання копитець [20].

Відомо, що оцінка поширеності кульгавості у великої рогатої худоби є одним з основних факторів у програмах аудиту та добробуту тварин (National Dairy FARM, Farmers Assuring Responsible Management). Кульгавість корів впливає на галузь тваринництва як через економічні втрати, так і через міркування добробуту тварин. На додаток до проблем виробництва через збитки тварини відчувають біль і страждання, пов'язані з кульгавістю. За даними авторів, у Вісконсині та Сполученому Королівстві

поширеність кульгавості корів у стадах становить 33,7% і 36,8% відповідно [21].

Mary Garvey зазначила, що після маститу та безпліддя кульгавість є однією з трьох основних проблем молочної худоби в усьому світі, що призводить до зниження продуктивності, економічних втрат і проблем з добробутом тварин. Автор зазначає, що у всьому світі рівень поширеності кульгавості в молочних стадах коливається від 17% до 35% [22].

За даними ряду науковців відомо, що кульгавість спричиняє серйозні проблеми в молочному секторі, що відображає її високу поширеність і вплив на добробут тварин і продуктивність. Автори надали дані про частоту кульгавості у британської молочної худоби за допомогою системного огляду (мета-аналізу). Загальна поширеність кульгавості у британської молочної худоби була оцінена в 29,5%, Об'єднаний показник захворюваності на кульгавість певним етіологічним чинником на 100 корів становив 66,0 для хвороби білої лінії, 53,2 – для виразки підшви, 53,6 – для пальцевого дерматиту з 51,9 (95% ДІ 9,3–129,2), пов'язаним з іншими ураженнями, пов'язаними з кульгавістю. Дослідники зробили висновок, що стандартизація визначення випадків і методів дослідження щодо захворюваності сприятиме розумінню проблеми та дасть змогу якнайкраще її розв'язати [23].

Maher Alsaad, Jim Weber, Tim Jensen, et al. встановили, що дедалі більше поширення пальцевого дерматиту корів сприяє вищій частоті вторинних інфекцій травмованих копитець *Treponema* spp. Зразки тканин із зони уражень за допомогою полімеразної ланцюгової реакції показали позитивний результат на *Treponema* spp., *Fusobacterium* (F.) *necrophorum* та *Porphyromonas* (P.) *levii*. Тканини з ділянок ураження містили *Treponema pedis*. Встановлено, що Трепонемі в уражених тканинах були на 94% гомологічними *Treponema* філотипу PT3 [24].

Mohammad W. Sahar, Annabelle Beaver, Ruan R. Daros, зазначають, що діагностика та оцінка ступеню кульгавості в корів зазвичай проводиться лише під час клінічного огляду. Автори провели дослідження, діагностуючи кульгавість у динаміці, оцінюючи ходу 282-х молочних корів щотижня протягом перших 12 тижнів лактації. Аналізуючи отримані дані, дослідники встановили, що 69,2% корів вважалися кульгаючими.

Дослідники зробили висновок, що оцінка поширеності кульгавості повинна проводитися з рутинним урахуванням рухової активності Автори пропонують проводити оцінку рухової активності кожні два тижні і робити висновок на основі двох послідовних оцінок [25].

Як зазначають S. Shahinfar, M. Khansefid, M. Haile-Mariam, J. E. Pryce, важко виявити корів із можливою кульгавістю або тих, які ризикують стати кульгавими, наприклад, протягом наступного тижня або близько того. Автори у своєму дослідженні підтвердили концепцію доцільності використання

комп'ютерних даних для прогнозування кульгавості у корів ще до її появи. Вони встановили здатність трьох алгоритмів, Naive Bayes (NB), Random Forest (RF) і Multilayer Perceptron (MLP), передбачати випадки кульгавості, використовуючи антомічні дані тварин та продуктивність молока. Ефективність цих алгоритмів порівнювали з логістичною регресією (LR) як підходом золотого стандарту для бінарної класифікації. Дослідники загалом зробили 2535 оцінок кульгавості і 29 прогностичних ознак з дев'яти молочних стад в Австралії, щоби передбачити частоту кульгавості [26].

Thompson A. J., Weary D. M., Bran J. A. підтверджують думку, що кульгавість є серйозною проблемою для дійних корів. Цілі їх дослідження полягали у визначенні впливу атмосферних опадів на поведінку лежачих корів на пасовищних фермах. Загалом у 252-х молочних корів із 6-ти ферм у південній Бразилії щотижня оцінювали ходу для оцінки кульгавості за 5-ти бальною шкалою. Регіональні опади та температуру реєстрували щогодини. Оскільки під час кожного з 4-х візитів лише одна корова була діагностована як кульгава, аналіз кульгавості між коровами проводився лише для корів, що народжували не вперше. Загальна поширеність клінічної кульгавості під час першого візиту становила 39 %, з показниками розвитку та одужання 16 і 10 % протягом 4 візитів, відповідно. Вплив постійної кульгавості між коровами на щоденний час лежання та кількість лежань залежав від опадів. Постійно кульгаючі корови мали менший час лежання та періоди лежання у дні з дощем порівняно з днями без дощу. Опади супроводжувалися зменшенням щоденного часу лежання тварин, збільшенням середньої тривалості лежання. Результати дослідження надали перші докази впливу дощу на тривалість лежання у кульгаючих корів [27].

Протягом останніх кількох десятиліть представники північноамериканської та європейської молочної промисловості збирали інформацію про поширеність кульгавості та травми кінцівок на молочних фермах і намагалися розробити рішення, щоби зменшити кількість цих захворювань. Joao H. C. Costa, Tracy A. Burnett, Marina A. G. von Keyserlingk, Maria J. Hötzel провели дослідження, спрямоване на порівняння поширеності кульгавості та ураження кінцівок корів, які утримувалися безприв'язним способом на молочно-товарних фермах у Бразилії. Автори представили дані, які були зібрані восени та взимку 2016 року з 50-ти молочних ферм, розташованих у штаті Парана. Візит на ферму складався з анкетування працівників, огляду приміщень, а також доїльного залу та оцінки всіх лактуючих корів, коли вони виходили із залу, на предмет кульгавості (оцінка 1–5), гігієни (оцінка 0–2), оцінка стану тіла (оцінка 1–5), а також ураження тарсального та колінного суглобів (оцінка 0–1). Дослідники встановили, що поширеність кульгавості важкого ступеню (4 і 5 балів) на всіх фермах становила 21,2 % (15,2–28,5 %). Схожу картину було виявлено для ураження тарсального суглоба, де поширеність на рівні ферми у трьох різних типах утримання

становила 0,5 %. Не спостерігали автори відмінностей щодо поширення патологій, оцінюючи такі показники гігієни при різних способах утримання корів. У середньому 2,7 % (0,8–10,9 %) лактуючих корів мали брудний бік, 15,4 % (2,1–37,4 %) – брудні кінцівки і 1,7 % (0–9,3 %) – брудне вим'я. Отримані результати вказують на те, що поширеність кульгавості в корів на молочно-товарних фермах у Бразилії є високою, і тому автори підкреслюють необхідність внесення коригувальних змін у методи управління фермами [28].

Greta E. Abele, Yury Zablotzki, Melanie Feist et al. за допомогою багатофакторних змішаних логістичних регресійних моделей, серед молочних корів у Німеччині з прив'язаним способом утримання поряд із встановленням травм ребер діагностували серед 2134-х корів також кульгавість. З'ясовано, що рівень кульгавості серед корів 2,59 %, ранами та/або набряків тарсальних суглобів 2,77 %. Результати їх дослідження можуть допомогти мати краще уявлення щодо кульгавості [29].

A. Jury, C. Syring, J. Becker у рамках реалізації проєкту національного моніторингу здоров'я копитець на основі цифрових записів під час їх обрізання оцінили стан копитець корів на низці ферм. Під час їхнього дослідження було розраховано міжстадну поширеність, розповсюдження усередині стада та частку усіх захворювань копитець у корів на основі «Атласу здоров'я копитець ICAR». За результатами їх досліджень діагностовано такі нозологічні форми уражень дистального відділу кінцівок у корів: ерозія п'яtkового рогу (64,7 %), пальцевий дерматит (20,7 %), хвороба білої лінії (17,7 %) та крововилив підосви (11,6 %). Незважаючи на заразну природу пальцевого дерматиту, за останні десять років у Швейцарії не спостерігали зростання захворюваності. На основі цих даних можна відстежувати стан здоров'я копит швейцарських корів, порівнювати його з часом і покращувати в майбутньому [30].

Johann F. Coetzee, J K Shearer, Matthew L. Stock, et.al зазначили, що кульгавість у корів призводить до значних економічних втрат. Виявлено, що середня поширеність кульгавості у стадах досягає 36,8 %, хоча окремі дослідники повідомляють про поширеність кульгавості менше 10 % [31].

Висновки

На сьогодні існує широкий спектр наукових досліджень щодо профілактики кульгавості та лікування захворювань копит великої рогатої худоби. Відповідно до проаналізованих літературних джерел встановлено, що захворювань копитець у корів і поява кульгавості, що її супроводжує, набуває все більшого значення в питаннях здоров'я та добробуту тварин, особливо за умови прив'язного способу. Переважна більшість дослідників зазначає, що профілактичне обрізання ратиць є не тільки важливим зоотехнічним заходом, а також і процедурою зміцнення здоров'я і самопочуття корів. З'ясовано прогностичні закономірності формування патологічних процесів у корів у дистальному відділі кінцівки. Крім того,

з'ясовано їх поширення залежно від факторів ризиків, продуктивності, різних умов та систем утримання, зокрема і кліматичних впливів. Проаналізовані дані підвищують обізнаність про кульгавість у молочних корів та дають змогу відстежувати стан поширення цієї групи хвороб.

Перспективи подальших досліджень. Плануємо розробити комп'ютеризовану модель для прогнозування можливих випадків кульгавості у корів до їх формування, що дасть змогу попередити можливе зниження продуктивності, економічні втрати і уникнути проблем з добробутом тварин.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Lutsenko, O. (2012). Znaty voroha - tse vminnia yoho perema-haty. *Suchasne Tvarynystvo*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynystvo/item/8034-znaty-voroha-tse-vminnia-ioho-peremahaty.html> [in Ukrainian]
- Webster, J. (Ed.). (2017). *Achieving sustainable production of milk Volume 3*. <https://doi.org/10.4324/9781351114301>
- Solano, L., Barkema, H. W., Mason, S., Pajor, E. A., LeBlanc, S. J., & Orsel, K. (2016). Prevalence and distribution of foot lesions in dairy cattle in Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science*, 99 (8), 6828–6841. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10941>
- Holzhauser, M., Hardenberg, C., Bartels, C. J. M., & Frankena, K. (2006). Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science*, 89 (2), 580–588. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72121-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72121-x)
- Sadiq, M. B., Ramanon, S. Z., Shaik Mossadeq, W. M., Mansor, R., & Syed-Hussain, S. S. (2020). Cow- and herd-level factors associated with lameness in dairy farms in Peninsular Malaysia. *Preventive Veterinary Medicine*, 184, 105163. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105163>
- Salfer, J. A., Siewert, J. M., & Endres, M. I. (2018). Housing, management characteristics, and factors associated with lameness, hock lesion, and hygiene of lactating dairy cattle on Upper Midwest United States dairy farms using automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 101 (9), 8586–8594. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13925>
- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., de Andrade, L. S., Filho, E. J. F., & de Carvalho, A. U. (2018). Prevalence of lameness and hoof lesions in all year-round grazing cattle in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 50 (8), 1829–1834. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1626-3>
- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., Meneses, R. M., Fonseca, G. V., Rodrigues, L. M., Facury Filho, E. J., & Carvalho, A. U. (2019). Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 10369–10378. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16215>
- van Huyssteen, M., Barkema, H. W., Mason, S., & Orsel, K. (2020). Association between lameness risk assessment and lameness and foot lesion prevalence on dairy farms in Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science*, 103 (12), 11750–11761. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17819>
- Griffiths, B. E., Grove White, D., & Oikonomou, G. (2018). A cross-sectional study into the prevalence of dairy cattle lameness and associated herd-level risk factors in England and Wales. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00065>
- Afonso, J. S., Bruce, M., Keating, P., Raboisson, D., Clough, H., Oikonomou, G., & Rushton, J. (2020). Profiling detection and classification of lameness methods in British dairy cattle research: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00542>
- Atkinson, O. (2020). Perceptions of lameness in dairy herds. *Livestock*, 25 (1), 6–11. <https://doi.org/10.12968/live.2020.25.1.6>
- Somers, Huxley, Doherty, & O'Grady. (2019). Routine herd health data as cow-based risk factors associated with lameness in Pasture-Based, spring calving irish dairy cows. *Animals*, 9 (5), 204. <https://doi.org/10.3390/ani9050204>
- Tunstall, J., Mueller, K., Grove-White, D., Oultram, J. W. H., & Higgins, H. M. (2021). Lameness in beef cattle: a cross-sectional descriptive survey of on-farm practices and approaches. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.657299>
- Randall, L. V., Thomas, H. J., Remnant, J. G., Bollard, N. J., & Huxley, J. N. (2019). Lameness prevalence in a random sample of UK dairy herds. *Veterinary Record*, 184 (11), 350–350. <https://doi.org/10.1136/vr.105047>
- Jewell, M. T., Cameron, M., Spears, J., McKenna, S. L., Cockram, M. S., Sanchez, J., & Keefe, G. P. (2019). Prevalence of lameness and associated risk factors on dairy farms in the Maritime Provinces of Canada. *Journal of Dairy Science*, 102 (4), 3392–3405. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15349>
- Beggs, D. S., Jongman, E. C., Hensworth, P. H., & Fisher, A. D. (2019). Lame cows on Australian dairy farms: A comparison of farmer-identified lameness and formal lameness scoring, and the position of lame cows within the milking order. *Journal of Dairy Science*, 102 (2), 1522–1529. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14847>
- Wilson, J. P., Green, M. J., Randall, L. V., Rutland, C. S., Bell, N. J., Hemingway-Arnold, H., Thompson, J. S., Bollard, N. J., & Huxley, J. N. (2022). Effects of routine treatment with nonsteroidal anti-inflammatory drugs at calving and when lame on the future probability of lameness and culling in dairy cows: A randomized controlled trial. *Journal of Dairy Science*, 105 (7), 6041–6054. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21329>
- Kofler, J., Fürst-Waltl, B., Dourakas, M., Steininger, F., & Egger-Danner, C. (2021). Impact of lameness on milk yield in dairy cows in Austria – results from the Efficient-Cow-project. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 163 (2), 123–138. <https://doi.org/10.17236/sat00290>
- Ranjbar, S., Rabiee, A., Ingenhoff, L., & House, J. (2020). Farmers' perceptions and approaches to detection, treatment and prevention of lameness in pasture-based dairy herds in New South Wales, Australia. *Australian Veterinary Journal*, 98 (6), 264–269. <https://doi.org/10.1111/avj.12933>
- Shearer, J. K., Stock, M. L., Van Amstel, S. R., & Coetzee, J. F. (2013). Assessment and management of pain associated with lameness in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29 (1), 135–156. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.11.012>
- Garvey, M. (2022). Lameness in dairy cow herds: disease aetiology, prevention and management. *Dairy*, 3 (1), 199–210. <https://doi.org/10.3390/dairy3010016>
- Scott, P. R. (1996). Lameness in dairy cattle. *British Veterinary Journal*, 152 (1), 11–12. [https://doi.org/10.1016/s0007-1935\(96\)80081-9](https://doi.org/10.1016/s0007-1935(96)80081-9)
- Alsaood, M., Weber, J., Jensen, T., Brandt, S., Gurtner, C., Devaux, D., Studer, E., & Steiner, A. (2022). “Non-healing” claw horn lesions in dairy cows: Clinical, histopathological and molecular biological characterization of four cases. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1041215>
- Sahar, M. W., Beaver, A., Daros, R. R., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2022). Measuring lameness prevalence: Effects of case definition and assessment frequency. *Journal of Dairy Science*, 105 (9), 7728–7737. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21536>
- Shahinfar, S., Khansefid, M., Haile-Mariam, M., & Pryce, J. E. (2021). Machine learning approaches for the prediction of lameness in dairy cows. *Animal*, 15 (11), 100391. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100391>

27. Thompson, A. J., Weary, D. M., Bran, J. A., Daros, R. R., Hötzel, M. J., & von Keyserlingk, M. A. G. (2019). Lameness and lying behavior in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 6373–6382. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15717>
28. Costa, J. H. C., Burnett, T. A., von Keyserlingk, M. A. G., & Hötzel, M. J. (2018). Prevalence of lameness and leg lesions of lactating dairy cows housed in southern Brazil: Effects of housing systems. *Journal of Dairy Science*, 101 (3), 2395–2405. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13462>
29. Abele, G. E., Zablotzki, Y., Feist, M., Jensen, K. C., Stock, A., Campe, A., Merle, R., & Oehm, A. W. (2022). Prevalence of and factors associated with swellings of the ribs in tie stall housed dairy cows in Germany. *PLOS ONE*, 17 (7), e0269726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269726>
30. Jury, A., Syring, C., Becker, J., Locher, I., Strauss, G., Ruiters, M., & Steiner, A. (2021). Prevalence of claw disorders in swiss cattle farms. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 164 (11), 779–790. <https://doi.org/10.17236/sat00327>
31. Coetzee, J. F., Shearer, J. K., Stock, M. L., Kleinhenz, M. D., & van Amstel, S. R. (2017). An Update on the Assessment and Management of Pain Associated with Lameness in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33(2), 389–411. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.009>

ORCID

S. Kulynych  <https://orcid.org/0000-0003-1660-643X>

A. Klymas  <https://orcid.org/0000-0002-6633-1553>



2024 Borysevich B. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Hydrotunnel installation for spraying potato plantations with a jet pump

V. Arendarenko | O. Ivanov✉ | M. Shpylka | K. Simonov

Article info

Correspondence Author

O. Ivanov

E-mail:

olegivanov@yahoo.com

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Citation: Goryk, O., Brykun, O., Ivanov, O., Koval'chuk, S., & Muravlov, V. (2024). Automated system of shot blasting processing of free surfaces of metal products. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 211–216. doi: 10.31210/spi2024.27.01.36

In agriculture, rod sprayers are used to control the Colorado potato beetle in potato fields. Most serial sprayers do not provide treatment with the working liquid of the lower leaves of the potato bushes, and part of this substance flows out of the bush and falls on the ground. Such treatment increases the pesticide load on the soil and the environment. To eliminate this shortcoming, a tunnel-type hydraulic installation is proposed. Spraying of potatoes in such an installation takes place in the tunnel with the help of centrifugal sprayers, and jet pumps are used to pump out the liquid flowing from the trays. This installation ensures accurate dosing of the chemical preparation, uniform distribution of the preparation over the entire surface of the bush. Wastewater is also collected and used for re-spraying, which reduces the pesticide load on the soil. Based on the equation of the fluid balance in the hydraulic nodes of the hydraulic system of the hydrotunnel installation and the pressure balance for the isolated hydraulic branch of the installation, theoretical studies were performed with the method of calculating the necessary hydrodynamic pressure on the sprinklers and determining the parameters of the pipe equipment elements. On the basis of theoretical transformations, it was established that the speed of pumping the working fluid from the trays depends on the product of the ratio of the diameter of the supply tube to the diameter of the nozzle of the jet pump and the initial speed of the working fluid. At the same time, this dependence has a hyperbolic dependence and has an increasing character in the entire range of variation of diametrical dimensions. It was also established by calculation that the initial speed of movement of the working fluid has a determining effect on the formation of the intensity of the fluid supply from the nozzles. Thus, increasing the initial speed from 1 m/s to 2 m/s with a ratio of diameters at the level of six makes it possible to increase the feed speed from 36 to 72 m/s. It was additionally theoretically proven that the increase in the vacuum level in the chamber of the jet pump is directly proportional to the ratio of diameters at the inlet and outlet of the nozzle.

Keywords: installation, potato, colorado beetle, spraying, nozzle, pump, pesticide, liquid.

Гідротунельна установка для обприскування насаджень картоплі зі струминним насосом

V. M. Arendarenko | O. M. Ivanov | M. M. Shpylka | K. V. Simonov

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

У сільському господарстві для боротьби із колорадським жуком на картопляних полях використовують штангові обприскувачі. Більшість серійних обприскувачів не забезпечують обробіток нижніх листочків кущів картоплі робочою рідиною, а деяка частина цієї речовини, стікаючи із куща, потрапляє на ґрунт. За таких умов обробітку збільшується пестицидне навантаження як на ґрунт, так і на довкілля. Для усунення цього недоліку пропонуємо розглянути гідравлічну установку тунельного типу. Обприскування насаджень картоплі в такій установці відбувається у тунелі з використанням відцентрових розпилювачів, а для відкачки стікаючої рідини із лотків струминні насоси. Така установка забезпечує точне дозування хімічного препарату, рівномірне його розподілення по всій листовій поверхні куща, збір стікаючої речовини і направлення її на повторне обприскування, що призводить до зменшення пестицидного навантаження на ґрунт. Грунтуючись на рівнянні балансу рідини в гідравлічних вузлах гідравлічної системи гідротунельної установки та балансу тиску для виокремленої гідравлічної гілки установки, було виконано теоретичні дослідження з наведенням методики розрахунку необхідного гідродинамічного тиску на розпилювачах та визначено параметри елементів трубного обладнання. На підставі теоретичних перетворень з'ясували, що швидкість відкачування робочої рідини із лотків залежить від добутку відношення діаметра підвідної трубки до діаметра сопла струминного насоса та початкової швидкості робочої рідини. До того ж така залежність має гіперболічну залежність і має зростаючий характер в усьому діапазоні варіювання діаметральних розмірів. Також за допомогою розрахункового способу було встановлено, що початкова швидкість руху робочої рідини має визначальний вплив на формування інтенсивності подачі рідини зі сопел. Так, збільшення початкової швидкості з 1 м/с до 2 м/с при співвідношенні діаметрів на рівні шести дозволяє збільшити швидкість подачі з 36 до 72 м/с. Додатково теоретично доведено, що підвищення рівня вакууму в камері струминного насоса перебуває у прямопропорційній залежності від співвідношення діаметрів на вході та виході із сопла.

Ключові слова: установка, картопля, колорадський жук, обприскування, насадка, насос, пестицид, рідина.

Бібліографічний опис для цитування: Arendarenko V. M., Ivanov O. M., Shpylka M. M., Simonov K. V. Гідротунельна установка для обприскування насаджень картоплі зі струминним насосом. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 211–216.

Вступ

Основним шкідником картоплі є колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) [1, 2]. На території України цей шкідник з'явився на початку

50-х років XX століття і завдає господарствам, котрі вирощують картоплю, значних грошових збитків. Шкодочинність жука проявляється у зниженні врожайності картоплі на 50 % і більше, зменшенні розміру бульб, вмісту крохмалю та білка [3–10].

Основними методами боротьби із цим шкідником натеper є хімічний захист, який вважається найбільш ефективним і економічно доцільним, але водночас створює багато проблем, пов'язаних із прямим і опосередкованим негативним впливом на довкілля. До того ж тривале використання хімічних препаратів призводить до зниження їхньої ефективності внаслідок появи у шкідника резистентних популяцій [7, 8, 10].

Протягом усього вегетаційного періоду картопляні поля багаторазово обробляють хімікатами. Для цього за допомогою обприскувачів інсектициди наносять на кущі картоплі. Таке обприскування передбачає розпилення робочої рідини у просторі і транспортуванні дрібних (дисперсних) крапель повітряним потоком на об'єкти обробки. Під час обробки насаджень картоплі робоча рідина потрапляє не тільки на кущі картоплі, а й на ґрунт і до навколишнього повітряного середовища. За такої обробки робоча рідина може стікати з кущів картоплі на ґрунт, це призводить до часткової втрати недешевого хімічного розчину та збільшення хімічного навантаження на ґрунт. Накопичення залишкової кількості деяких отруйних хімікатів та їх похідних у ґрунті, овочах, фруктах, м'ясі, молоці і багатьох інших продуктах рослинного і тваринного походження не тільки негативно впливають на корисну фауну, але і небезпечні для теплокровних тварин і людей.

Для усунення цього недоліку в роботі [11] пропонуємо на серійних обприскувачах встановлювати розпилювачі двосторонньої дії, це дасть можливість проводити обприскування рослин як згори, так і знизу.

Для покращення проникної здатності препаратів у крони кущів картоплі використовують інжекторні розпилювачі серії ID/IDK. Вони мають спектр розпилення крапель від середніх і великих – до дуже великих. Наприклад, середній об'ємний діаметр крапель складає 200 мкм. З їх допомогою можна обприскувати рослини при швидкості вітру до 5 м/с та знизити дрейф крапель до 90 % відносно референтного плоско-струминного розпилювача [12, 13]. Ці розпилювачі забезпечують рівномірний розпил робочої рідини, але великі краплі все-таки стікають на ґрунт.

Для підвищення якості покриття листової маси кущів картоплі дуже тонкою плівкою робочої рідини та зменшення її втрат штангові обприскувачі оснащуються турбопінними розпилювачами [11]. Недоліком обприскувачів з такими розпилювачами є

те, що досить тривалий час відбувається розкладання отруйних речовин, які знаходяться у робочій рідині.

На вітчизняних обприскувачах останнім часом встановлюють монодисперсні щілинні розпилювачі [11, 14, 15]. Основною відмінністю цих розпилювачів від звичайного щілинного – це наявність демпферного об'єму за каліброваним отвором. При використанні таких розпилювачів ефективність використання робочої рідини доходить до 75 %. Такі розпилювачі можна використовувати на великих площах, а на невеликих і середніх використання їх недоцільне.

Для отримання екологічно чистої продукції вчені пропонують пневматичні методи збирання та знищення колорадського жука на посівах картоплі. Збирання шкідників за допомогою цих пристроїв відбувається шляхом всмоктування повітряним потоком у насадки з подальшим транспортуванням їх у ємності для збирання [16–21].

Проаналізувавши наявні машини для знищення колорадського жука, з'ясували, що машини для обприскування насаджень картоплі не у змозі зменшити пестицидне навантаження на ґрунт, а пневматичні машини не набули широкого використання, а отже, машини для обприскування картопляних насаджень потребують додаткового розвитку і вдосконалення.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка гідравлічної установки тунельного типу, за допомогою якої можна обприскувати насадження картоплі в закритому об'ємі, з можливістю збору стікаючої робочої рідини з рослин та її повторного використання, у такий спосіб зменшуючи потрапляння на ґрунт.

Завдання дослідження. Розробити принципову схему гідравлічної установки тунельного типу з використанням струминного насоса для відкачки зібраної робочої рідини, яка стікає із крони кущів картоплі, створюючи замкнутий цикл розпилювання.

Матеріали і методи

Застосовуючи абстрактно логічний метод, ми розробили функціональну схему гідравлічної установки для обприскування кущів картоплі в тунелі. На [рисунку 1](#) наведена схема цієї установки.

Принципова схема гідравлічної установки тунельного типу представлена на [рисунку 2](#). Установка обладнана баком для зберігання робочої рідини, з якої за допомогою насоса вона під тиском подається до основних розпилюючих форсунок, які розміщуються в тунельній камері. Камера установки являє собою П – подібну тунель довжиною L. Висота робочої камери Н, а її довжина $(L = (3 - 4) \cdot H)$. Тунель складається із правої і лівої бокових і верхньої пластин, вони виготовлені із пластмасових листів. На установку такого типу ми отримали патент на корисну модель України [22].

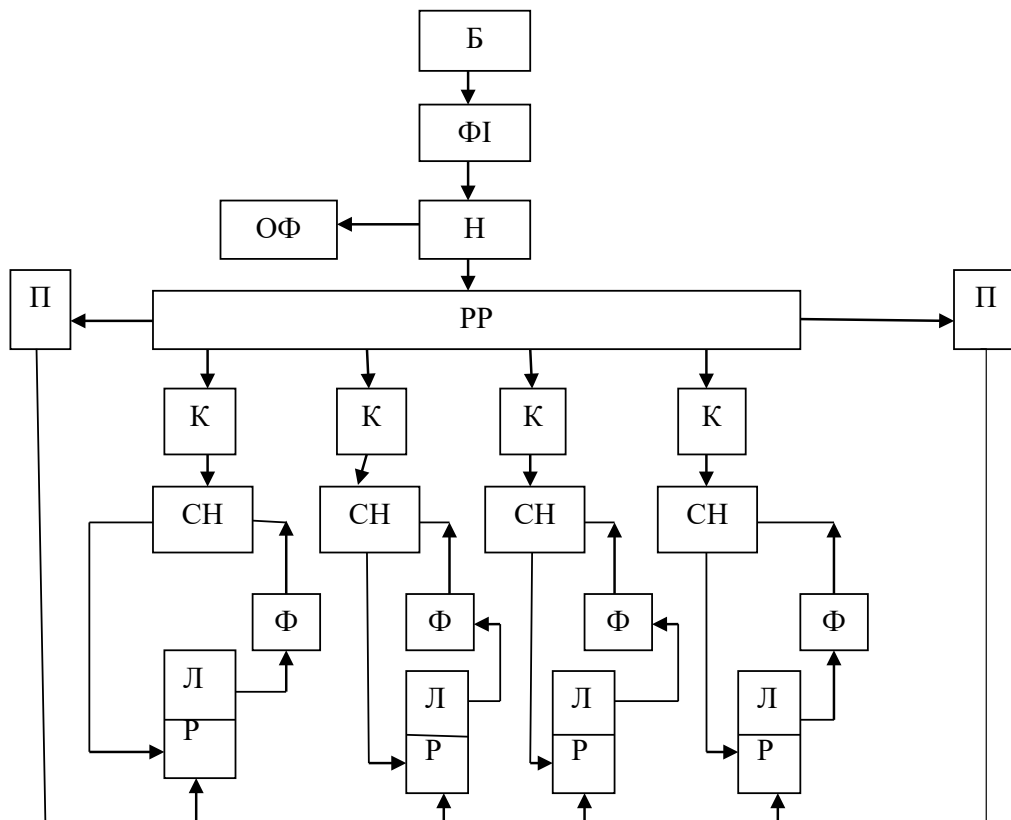


Рис. 1. Функціональна схема гідравлічної установки тунельного типу

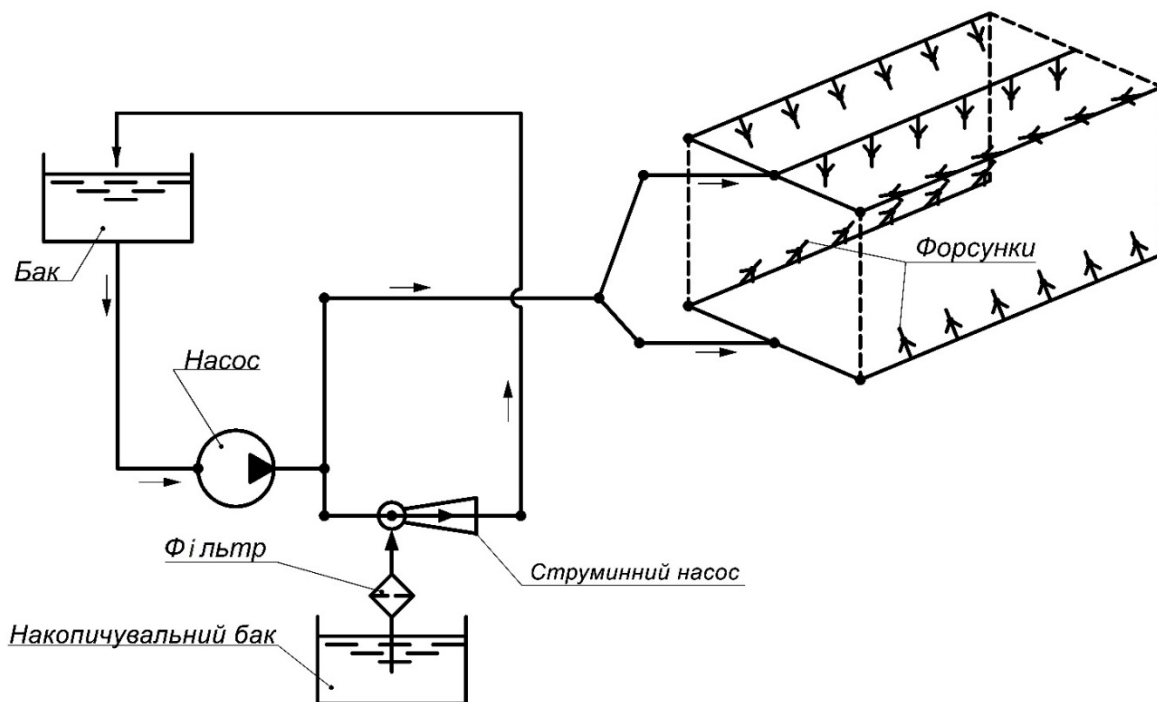


Рис. 2. Принципова схема гідравлічної установки тунельного типу

На правій боковій пластині розміщені основні розпилюючі форсунки (ОФ). На лівій боковій пластині знизу під невеликим кутом до горизонту знаходиться лоток (Л), призначений для збирання стікаючої із оброблених кущів робочої рідини. Лоток оснащений фільтром (ФІ). На верхній пластині

установки встановлені додаткові розпилювальні форсунки відцентрового типу, які з'єднані зі струминним насосом (СН). Струменеві насоси одним зі своїх патрубків з'єднані трубопроводом із лотками установки. Іншим кінцем цей насос з'єднується із розподільником рідини (РР), у якому підтримується

високий тиск рідини, яка рухається до розпилювальних форсунок. На розподільвачі знаходяться клапанні механізми (К), керування якими відбувається завдяки спеціальній програмі. До складу установки входять два пульсатори (П). Вони призначені для подачі на розпилювальні форсунки стиснутої та пульсуючої робочої рідини.

Кількість розпилювальних форсунок і місця їх розміщення в камері повинно відповідати ефективному процесу обприскування [16] всієї крони куща картоплі. Розпилювальні форсунки розміщують на металевій підвісці з можливістю регулювання кута їх нахилу.

Установлені струменеві насоси подають із лотків установки стікаючу робочу рідину на верхні розпилювальні форсунки. Струминний насос складається із сопла 1, вакуумної камери 2, відсмоктувальної трубки 3 з фільтром 6, дифузора 4, ежекторної трубки 5 (рис. 3).

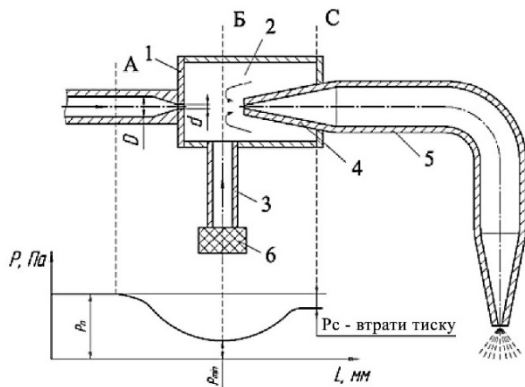


Рис. 3. Струминний насос і розподілення статичного тиску по його довжині

Працює насос таким чином: потік робочої рідини, який під великим тиском надходить із розподільника, проходить через сопло 1, збільшує свою швидкість (v_c) і, відповідно, кінетичну енергію. Збільшення динамічного (швидкісного) напору призводить до зменшення п'єзометричного (статистичного) напору, внаслідок чого в камері 2 утворюється понижений тиск. Утворений імпульс від робочої рідини, що знаходиться в більш рухливому стані, передається рідині, яка знаходиться в лотках, при цьому відбувається відкачувальна дія.

Ефективність використання такої установки значною мірою залежить від чіткої взаємодії всіх її складників, які різноманітні як за своїм призначенню, так і за принципом роботи. До того ж основною задачею, яку необхідно розв'язати при проектуванні гідравлічної установки, є забезпечення необхідного тиску вприскування робочої рідини основними розпилювальними форсунками на крони кущів картоплі.

Розв'язання поставленої задачі зводиться до розкладання гідравлічної установки на окремі частини, які складаються з окремих трубопроводів, які мають один вхідний отвір і декілька (однією) гілок, та складання для них системи рівнянь. Ці рівняння встановлюють функціональні зв'язки між параметрами, які характеризують потік рідини

у трубах, тобто між розмірами труб, витратою рідини і напором.

Результати та їх обговорення

Для забезпечення необхідного гідродинамічного тиску розпилювання необхідно визначити величину необхідного тиску, який буде створювати насос установки. Для цього скористаємось такими рівняннями:

- рівнянням балансу витрати рідини у вузлах окремих трубопроводів:

$$Q_{\text{виз}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n, \quad (1)$$

де $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$ – витрата робочої рідини в окремих трубопроводах установки.

- рівнянням балансу тиску (з рівняння Бернуллі) для кожної гілки установки [23]:

$$p_y + \frac{\rho}{2} v_y^2 + \rho g z_y = p_{\text{вих}} + \frac{\rho}{2} v_{\text{вих}}^2 + \rho g z_{\text{вих}} + p_w, \quad (2)$$

де $p_y, p_{\text{вих}}$ – відповідно п'єзометричний тиск на вході і виході з окремої гілки; $z_y, z_{\text{вих}}$ – висота вузла і вихідної точки гілки відносно загальної площини зрівняння; p_w – втрати тиску на гідравлічний опір у гілці; $v_y, v_{\text{вих}}$ – швидкість витікання робочої рідини із вузла і вихідної точки гілки.

Значення гідравлічних втрат характеризується функціональною залежністю від витрати робочої рідини $p_w = f(Q)$:

$$p_w = \Delta p_{\text{тер}} + \Delta p_{\text{міс}} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum_{i=1}^n \zeta_i \right) \cdot \frac{8\rho Q^2}{\pi^2 d^4}, \quad (3)$$

де $\Delta p_{\text{тер}} = \lambda \frac{8lpQ^2}{\pi^2 d^5}$ – втрати тиску на тертя рідини об стінки трубопроводів; $\Delta p_{\text{міс}} = \lambda \frac{8\rho Q^2}{\pi^2 d^4} \sum_{i=1}^n \zeta_i$ – втрати тиску на місцеві опори у гілці (клапани, повороти, фільтри та інше).

Послідовне розв'язання задачі з визначення величини тиску і витрати робочої рідини для складників окремих трубопроводів установки дасть можливість визначити необхідний тиск і витрату для гідравлічної установки загалом.

Установка складається із головної магістралі, яка забезпечує подачу робочої рідини до горизонтальних розпилювальних форсунок, які знаходяться на лівій пластині і допоміжній магістралі. Допоміжна магістраль установки призначена для відкачки стікаючої робочої рідини із лотків. У допоміжній магістралі знаходиться чотири струминних насоси. Для вибору струминних насосів скористаємось рівнянням збереження масової витрати робочої рідини на вході і виході із сопла:

$$\rho v_n \pi \frac{D^2}{4} = \rho v_c \pi \frac{d^2}{4}, \quad (4)$$

де v_n, v_c – відповідно, початкова швидкість робочої рідини у всмоктувальній трубці і на виході із сопла, ρ – густина робочої рідини, D – діаметр підвідної трубки, d – діаметр сопла.

Швидкість робочої рідини на виході із сопла струминного насосу визначається із формули 4:

$$v_c = v_n \left(\frac{D}{d} \right)^2. \quad (5)$$

На основі формули 4 був побудований графік зміни швидкості робочої рідини на виході із сопла струминного насоса залежно від співвідношення діаметра підвідної трубки до

діаметра сопла (рис. 4). Форма емпіричних графіків свідчить про підвищення швидкості робочої рідини на виході із сопла насоса у разі збільшення співвідношення D/d і збільшення ϑ_n .

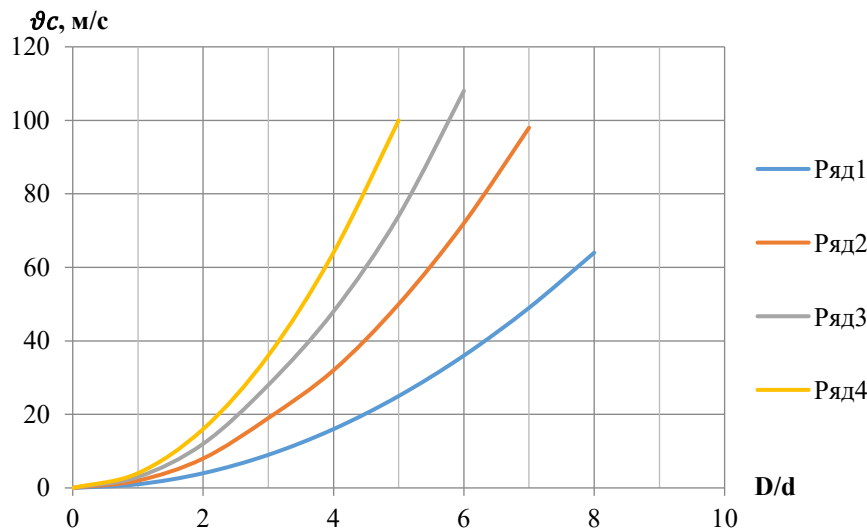


Рис. 4. Графіки зміни швидкості робочої рідини на виході із сопла струминного насоса залежно від співвідношення діаметрів на вході (D) і виході (d) із сопла при різних значеннях початкової швидкості і при $D = \text{const}$, $d \neq \text{const}$ (ряд 1 – $\vartheta_n = 1$ м/с; ряд 2 – $\vartheta_n = 2$ м/с; ряд 3 – $\vartheta_n = 3$ м/с; ряд 4 – $\vartheta_n = 4$ м/с).

Із рис. 3 видно, що потік робочої рідини в розрізі А струминного насоса починає звужуватися, внаслідок чого середня швидкість потоку збільшується. У результаті інерції струмінь рідини продовжує звужуватися і на певній відстані від сопла має найбільше звуження. Такому звуженню відповідає переріз Б, він збігається із віссю відсмоктувальної трубки насоса. Зменшення швидкості на ділянці АБ супроводжується зменшенням статичного тиску від початкового значення P_n до мінімального P_{\min} .

Використовуючи відоме рівняння Бернуллі [23] для перерізу А і перерізу на виході із сопла, маємо:

$$P_1 + \rho \frac{\vartheta_n^2}{2} = P_2 + \rho \frac{\vartheta_c^2}{2}, \quad (6)$$

де P_1 , P_2 – відповідно, тиск робочої рідини у розрізі А і на виході із сопла.

Після перетворень рівняння 6 отримуємо:

$$P_2 = P_1 + 0,5\rho(\vartheta_n^2 - \vartheta_c^2). \quad (7)$$

Після підстановки і введення відносного діаметра $\beta = d / D$ маємо:

$$P_2 = P_1 + 0,5\rho\vartheta_n^2(1 - \frac{1}{\beta^4}). \quad (8)$$

На основі наведених залежностей можна визначити тип і режими роботи насоса високого тиску і струминних насосів гідравлічної установки тунельного типу.

Висновки

Для зменшення пестицидного навантаження на довкілля і ґрунт при обприскуванні насаджень картоплі необхідно використовувати гідравлічну установку тунельного типу із замкнутим циклом

циркуляції робочої рідини. Відкачку стікаючої рідини в лотки установки найкраще виконувати за допомогою струминних насосів, які не мають рухомих частин, що найліпше впливає на надійність і ефективність роботи всієї установки.

Виявлено, що на швидкість відкачування робочої рідини із лотків впливає відношення діаметра підвідної трубки до діаметра сопла струминного насоса. До того ж таке співвідношення коливається від 1 до 8 і збільшення його призводить до підвищення швидкості робочої рідини на виході із сопла насоса, а значить і підвищенню вакууму в камері насоса. Підвищення вакууму сприяє кращому відсмоктуванню робочої рідини із лотків установки.

Запропонований метод розрахунку гідравлічних багатотрубних конструкцій дає можливість обрати ефективне трубне обладнання гідравлічної установки тунельного типу. Таке обладнання за цією методикою забезпечить необхідні гідравлічні характеристики запропонованої установки.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Novoselska, T., & Korol, T. (2001). Koloradskiy zhuk. *Zakhyst Roslyn*, 1, 14–15. [in Ukrainian]
2. Znamenskiy, O. (2003). Protiv koloradskoho zhuka. *Zakhyst Roslyn*, 4, 16–17. [in Ukrainian]
3. Cingel, A., Savić, J., Lazarević, J., Čosić, T., Raspor, M., Smigocki, A., & Ninković, S. (2016). Extraordinary adaptive plasticity of colorado potato beetle: “Ten-Striped Spearman” in the era of biotechnological warfare. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (9), 1538. <https://doi.org/10.3390/ijms17091538>

4. Znamenskyi, O. (2013). Proty koloradskoho zhuka. Pryntsypy zastovuvannya khimichnykh zasobiv dlia znyzhennia shkodo chynnosti fitofaha. *Zakhyst Roslyn*, 4, 16–17. [in Ukrainian]
5. Patyka, V., & Patyka, T. (2002). ak zakhystytys vid koloradskoho zhuka. *Zakhyst Roslyn*, 9, 7–8. [in Ukrainian]
6. Boiko, Y. (2012). Sezonna dynamika shkidlyvosti koloradskoho zhuka (*Leptinotarsa Desemlineata* Sau) v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Lvivskoho Derzhavnoho Universytetu: Ahrokhimiia*, 16, 401–406. [in Ukrainian]
7. Molotskyi, M., Pohorilyi, S., & Fedoruk, Y. (2004). Tekhnolohiia vyroshchuvannya kartopli u fermerskykh ta selianskykh hospodarstvakh. *Visnyk Bilotserkivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 30, 93–102. [in Ukrainian]
8. Sapin, V. (1975). *Koloradskiy zhuk ta zakhody borotby z nym*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
9. Pustova, O. H. (Red.). (2023). Kartopliarstvo stratehichna haluz silskoho hospodarstva: veb-sait. Retrieved from: <https://calameo.com/read/0024381284115d73c1313> [in Ukrainian]
10. Sablon, L., Dickens, J., Haubruge, É., & Verheggen, F. (2012). Chemical ecology of the colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), and potential for alternative control methods. *Insects*, 4 (1), 31–54. <https://doi.org/10.3390/insects4010031>
11. Arendarenko, V. (2012). *Vykorystannia tekhnichnykh zasobiv pry zbyranni ta znyshchenni koloradskoho zhuka: monohrafiia*. Poltava: PP Shcherbatiukh O.V. [in Ukrainian]
12. Koval, V., & Melezhyk, O. (2005). Vidtsentroyvi rozpyliuvach. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 3, 28–29. [in Ukrainian]
13. Koval, V., & Melezhyk, O. (2009). Maloobiemne obpryskuvannia. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 7, 17–20. [in Ukrainian]
14. Aliverdi, A., & Zarei. M. (2020). Forward angled spray: a method for improving the efficacy of herbicides. (2023). *Journal of Plant Protection Research*, 60 (3), 275–283. <https://doi.org/10.24425/jppr.2020.133952>
15. Pastushenko, A. (2021). Modeliuvannia aerodynamichno ratsionalnogo rozpyliuvalnogo prystroiu. *Silskohospodarski Mashyny*, 46, 94–102. <https://doi.org/10.36910/acm.vi46.485> [in Ukrainian]
16. Arendarenko, V., Kharak, R., & Slynko, O. (2008). Efektyvnist roboty mekhanichnogo prystroiu dlia zbyrannia ta znyshchennia koloradskoho zhuka. *Visnyk Lvivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu: Ahroinzhenerni Doslidzhennia*, 1, 276–279. [in Ukrainian]
17. Gutsol, T., & Bendera, I. (2006). Grounding the parameters of pneumatic device for pests collecting. *Proceedings of 5 th International Scientific Conference* (pp. 34–36). Jelgava: Latvia University of Agriculture
18. Onopa, V., & Artemenko, D. (2022). Results of experimental studies pneumatic harvesting of pests agricultural crops. national interagency scientific and technical collection of works. *Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*, 52, 32–40. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.32-40>
19. Vincent, C., & Boiteau, G. (2001). Pneumatic Control of agricultural insect pests. *Physical Control Methods in Plant Protection*, 270–281. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04584-8_19
20. Onopa, V., Artemenko, D., & Bakal, R. (2018). Theoretical substantiation of the zone action of the device for the solanaceae pest culture collection. *ScienceRise*, 10 (51), 19–23. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.145369>
21. Hutsol, T. D., Bendera, I. M., Humeniuk, O. O., & Lazarchuk, S. S. (2005). Patent № 8746 UA. *Pneumatic device for catching harmful insects*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/285975/>
22. Arendarenko, V. M., Prasolov, Ye. Y., Slynko, O. P., Kharak, R. M., Brazhenko, S. A., Znova, L. V., Shepel, V. A., Gladkiy S. A., Bagmet, A. A., & Shvets, D. A. (2008). Patent № 36003 UA. *Unit ASZH-1 for gathering and extermination of beetle*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/318603/>
23. Zakon Bernulli. *Vikipediia, vilna entsyklopediia*. Retrieved from: https://uk.wikipedia.org/wiki/Закон_Бернуллі [in Ukrainian]

ORCID

- V. Arendarenko  <https://orcid.org/0000-0003-0701-7983>
 O. Ivanov  <https://orcid.org/0000-0002-1761-9913>
 M. Shpylka  <https://orcid.org/0000-0002-1425-6715>
 K. Simonov  <https://orcid.org/0000-0001-8985-5803>



© 2024 Arendarenko V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Scientific Progress & Innovations

2024

Vol. 27, No. 1

Відповідальний редактор: Мельничук В. В.
Літературний редактор: Дедушно А. В.
Куратор з індексів DOI: Коваленко В. О.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Бережна Г. В.

Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 27,1. Тираж 200 пр. Зам. № 1.
Видавець і виготовлювач: Полтавський державний аграрний університет.
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7933 від 13.09.2023 р.